Environnement Canada Environment Canada

La qualité des eaux dans certains bassins hydrographiques du Canada — St. Croix, Saint-Laurent, Niagara, Souris et estuaire du Fraser

Rédigé par R.E. Kwiatkowski

ÉTUDE N° 150, SÉRIE SCIENTIFIQUE

DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX INTÉRIEURES ET DES TERRES
DIRECTION DE LA QUALITÉ DES EAUX
OTTAWA, CANADA, 1987

(Available in English on request)

Publié avec l'autorisation
du ministre de l'Environnement

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1987

N° de cat. En 36-502/150F

ISBN 0-662-94201-9

Table des matières

	Page
RESUME	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCTION	1
Lecture recommandée	2
LE RESEAU DE BASSINS HYDROGRAPHIQUES	2
Lecture recommandée	5
RIVIERE ST. CROIX	5
Lectures recommandées	9
FLEUVE SAINT-LAURENT	10
Lectures recommandées	22
RIVIERE NIAGARA	23
Lectures recommandées	33
RIVIERE SOURIS	33
Lectures recommandées	40
ESTUAIRE DU FLEUVE FRASER	40
Lectures recommandées	46
CONCLUSIONS	47
REMERCIEMENTS	49

Tableaux

1.	Indices de la qualité de la vie aquatique	18
2.	Relation entre la qualité de la vie aquatique et la qualité de l'eau	19
3.	Direction de la qualité des eaux (région de l'Ontario), activités sur la rivière Niagara, 1975-1982	25

Illustrations

		Page
Figure 1.	Emplacements des bassins hydrographiques	4
Figure 2.	Stations d'échantillonnage de la rivière St. Croix, 1973-1977	6
Figure 3.	Répartition saisonnière de l'oxygène dissous de la rivière St. Croix, 1973-1977	9
Figure 4.	Répartition saisonnière de l'oxygène dissous de la rivière St. Croix, 1979-1985	9
Figure 5.	Répartition de la population, fleuve Saint-Laurent, 1978	12
Figure 6.	Localisation des stations d'échantillonnage du réseau de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent, 1977-1981	14
Figure 7.	Canaux naturels du fleuve Saint-Laurent	16
Figure 8.	Répartition de la conductivité spécifique sur le fleuve Saint-Laurent, 1977-1981	18
Figure 9.	Conditions de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent, 1978	20
Figure 10.	Emplacements d'échantillonnage dans la partie supérieure de la rivière Niagara, 1979	26
Figure 11.	Partie supérieure de la rivière Niagara, moyenne des concentrations du phosphore total, 1979	27
Figure 12.	Partie supérieure de la rivière Niagara, moyenne des concentrations du fer total, 1979	27
Figure 13.	Partie supérieure de la rivière Niagara, moyenne géométrique des concentrations des coliformes totaux, 1979	27
Figure 14.	Tracé de la moyenne mobile pour 12 mois et de la moyenne mensuelle des concentrations de chlorure à Niagara-on-the-Lake	29
Figure 15.	Emplacements d'échantillonnage sur la rivière Niagara, mai 1981. Etude sur les métaux à l'état de trace	30
Figure 16.	Concentrations du fer total dans les eaux de la rivière Niagara, mai 1981	31
Figure 17.	Répartition des BPC totaux dans les sédiments de fond de la rivière Niagara, mai 1981	32
Figure 18.	Stations de contrôle de la qualité des eaux, rivière Souris, avril 1975 à octobre 1976	35
Figure 19.	Mesures d'azote, de phosphore, d'oxygène dissous et de matières totales dissoutes, rivière Souris, avril 1975 à octobre 1976	36
Figure 20.	Mesures de bactéries coliformes et de métaux, rivière Souris, avril 1975 à octobre 1976	38
Figure 21.	Estuaire du fleuve Fraser	42
Figure 22.	Emplacement des principales industries qui ont rejeté leurs eaux usées dans le fleuve Fraser entre 1970 et 1978	43

Illustrations (suite)

Page

Figure 23. Emplacement des exutoires d'égouts pluviaux qui ont déversé leurs eaux dans le fleuve Fraser entre 1970 et 1978 44

Figure 24. Tilbury Island, moyennes mensuelles de coliformes fécaux 45

Figure 25. Zones d'impact résultant du rejet de l'usine d'épuration d'Iona 46

Résumé

La Direction de la qualité des eaux (DQE) du ministère de l'Environnement a pour tâche de fournir des renseignements et des conseils sur la qualité des eaux intérieures du Canada aux gestionnaires, aux promoteurs et au grand public, afin d'assurer que cette ressource est judicieusement utilisée. La Direction de la qualité des eaux gère divers programmes de contrôle visant à recueillir des données sur les caractéristiques biologiques, chimiques et physiques des bassins hydrographiques. L'identification des facteurs déterminants et du degré de variation de ces caractéristiques dans un plan d'eau est d'une importance primordiale pour tout programme de gestion.

Le présent rapport contient de brèves descriptions des problèmes reliés à la qualité de l'eau dans cinq bassins hydrographiques canadiens : ceux de la rivière St. Croix, au Nouveau-Brunswick, du fleuve Saint-Laurent, au Québec, de la rivière Niagara, en Ontario, de la rivière Souris en Saskatchewan et au Manitoba, et de l'estuaire du fleuve Fraser, en Colombie-Britannique. Divers rapports techniques, scientifiques et gouvernementaux renferment l'analyse des données de contrôle provenant d'études approfondies portant sur ces bassins. Le présent rapport, le premier d'une série qui donne un aperçu du travail accompli par la Direction de la qualité des eaux relativement à divers bassins hydrographiques du Canada, rassemble en un seul document les principales informations contenues dans ces divers rapports. Les lecteurs désireux d'obtenir plus de renseignements sur les bassins hydrographiques dont traite le rapport pourront consulter les sources de renseignements indiquées à la fin de chaque section.

Abstract

The business of the Water Quality Branch (WQB), Department of the Environment, is to provide information and advice on the quality of Canada's inland waters to managers, developers and the public, to ensure that this resource is wisely used. The Water Quality Branch conducts various monitoring programs to obtain data on the physical, chemical and biological characteristics within river basins. Identification of the causative factors and of the degree of variation of these characteristics within a water body is of paramount importance to any management program.

This report contains brief descriptions of the water quality problems existing in five Canadian river basins: the St. Croix, New Brunswick; the St. Lawrence, Quebec; the Niagara, Ontario; the Souris, Saskatchewan-Manitoba; and the Fraser Estuary, British Columbia. Analysis of monitoring data generated from intensive studies on these basins can be found in a variety of technical, scientific and governmental reports. This report, the first of a series outlining the work of the Water Quality Branch on various river basins across Canada, assembles the salient information obtained from these various reports in one document. For readers wishing to obtain further information on any of the river basins within this report, sources of information are identified at the end of each section.

La qualité des eaux dans certains bassins hydrographiques du Canada — St. Croix, Saint-Laurent, Niagara, Souris et estuaire du Fraser

Rédigé par R.E. Kwiatkowski

INTRODUCTION

Au Canada, l'eau douce couvre 756 000 km^2 ou 7.6 % du territoire et cette réalité a largement contribué à modeler la vie des Canadiens. On estime à environ 100 000 $m^3.s^{-1}$ le débit des rivières canadiennes, ce qui représente à peu près 9 % du débit total des rivières du monde entier. En dépit de ses nombreuses ressources en eau, le Canada est aux prises avec de graves problèmes de pollution locale et l'approvisionnement en quantités suffisantes d'eau de qualité convenable pour les divers usages auxquels elle est destinée ne se fait pas sans difficulté. On ne connaît aucun substitut à l'eau. Toutes les formes de vie dépendent, pour leur survie, d'un approvisionnement adéquat en eau de qualité acceptable. Tous les ordres de gouvernement doivent bien connaître la qualité du milieu aquatique pour gérer les utilisations actuelles de l'eau et en planifier les usages futurs. La qualité de l'eau détermine ses possibilités d'utilisation pour la consommation par les humains, les activités récréatives, l'irrigation, la consommation par le bétail, les besoins industriels et la vie aquatique. Outre qu'elles décrivent l'état général des ressources hydriques du Canada, les données sur la qualité de l'eau permettent de repérer les sources de pollution naturelles ou artificielles et de déterminer l'à-propos des méthodes de traitement ou des solutions adoptées pour accroître ou maintenir la qualité de l'eau.

Même si les responsabilités en matière de gestion des ressources hydriques sont partagées entre les provinces et le gouvernement fédéral, c'est à ce dernier qu'il revient de montrer la voie, notamment lorsqu'il est question de qualité des eaux à l'échelle nationale. En ce qui concerne le gouvernement fédéral, le ministère de l'Environnement, de concert avec les provinces, planifie des programmes nationaux et internationaux de gestion des eaux qui intéressent le gouvernement central et participe à ces programmes afin d'en tirer des avantages économiques et sociaux pour tous les Canadiens, tout en accordant aux problèmes environnementaux toute l'attention qu'il méritent.

La Direction de la qualité des eaux (DQE) d'Environnement Canada a été choisie comme l'organisme responsable (au sein du Ministère) de l'élaboration et de la mise en oeuvre d'un réseau national de contrôle (pancanadien) pour évaluer la qualité du milieu aquatique. Aux fins de cette évaluation, les mandataires sont chargés de déterminer les secteurs aux prises avec des problèmes, de rassembler les données nécessaires, de mener les recherches sur les eaux intérieures et de planifier ainsi que de mettre en oeuvre les programmes et les mesures voulues en matière de ressources hydriques.

Pour remplir son rôle, la DQE a recours à des programmes de contrôle, à des enquêtes et à des études spéciales dans diverses régions du pays. En 1982, le Cabinet en le dotant des ressources nécessaires, accordait au ministère de l'Environnement le pouvoir de négocier les accords fédéraux-provinciaux relatifs à des réseaux de contrôle de la qualité de l'eau en vue de mettre effectivement sur pied un réseau complet de la qualité de l'eau, d'améliorer les évaluations entre les niveaux de compétences et de s'attaquer aux problèmes nationaux de pollution des eaux. Dans ce contexte, les objectifs du Programme d'évaluation de la DQE sont les suivants :

a) déterminer les changements et les tendances à long terme en matière de qualité des eaux;
b) déceler les problèmes qui surgissent à l'échelle locale, régionale et nationale;
c) déterminer l'efficacité et les mesures de réglementation associées aux contrôles législatifs (limitation du phosphore dans les détersifs, et interdiction d'importer, d'utiliser et de fabriquer des BPC, par exemple);
d) déterminer le respect des objectifs de qualité de l'eau (le cas échéant); et
e) déterminer les besoins d'études spéciales (causes et effets).

Une fois les accords conclus, on pourra entreprendre les tâches de collecte, d'analyse, d'archivage et de diffusion des données provenant de quelque 500 stations de contrôle de la qualité des eaux pour protéger les intérêts du gouvernement fédéral. On pourra aussi établir un programme national d'évaluation de la qualité de l'eau donnant un aperçu national de la qualité des eaux qui relèvent du fédéral et de celles qui relèvent des provinces.

Pour de plus amples renseignements sur l'Administration centrale de la Direction de la qualité des eaux, communiquer avec :

Directeur, Direction de la qualité des eaux
Place Vincent Massey
Ottawa (Ontario) K1A 0E7

LECTURE RECOMMANDEE

Direction de la qualité des eaux. 1985. Activités de la Direction de la qualité des eaux. Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Ottawa, 28 p., ISBN 0-662-13727-2.

LE RESEAU DE BASSINS HYDROGRAPHIQUES

Le terme «pollution» est universellement accepté pour décrire ou indiquer l'état indésirable de tout secteur de l'environnement, qu'il s'agisse de l'air, de l'eau ou du sol. La pollution de l'eau a comme conséquence la détérioration de la qualité de l'eau à tel point que celle-ci devient impropre à la reproduction de la vie aquatique ou aux autres usages reconnus de la nappe d'eau. On fait divers usages des eaux de surface et ceux-ci demandent une eau de différents niveaux de qualité. Le niveau de qualité acceptable de l'eau d'un bassin hydrographique est donc dicté par les usages qu'on en fait.

Toute rivière reçoit constamment des matières extérieures. Ces matières y pénètrent par les voies naturelles comme les affluents et l'écoulement des terres ou par des voies associées aux activités de l'homme, directes ou indirectes (usines de traitement d'eaux résiduaires, écoulement des secteurs urbains, matières industrielles, etc.). Bon nombre des matières qui pénètrent dans une rivière ont un effet nuisible sur l'écosystème de celle-ci. En outre, vu les interrelations entre les polluants, la caractérisation du milieu récepteur et les processus physiques complexes qui s'opèrent dans le bassin, la qualité de l'eau est très variable, tant dans l'espace que dans le temps. Pour déterminer l'effet des travaux de développement dans un bassin versant et établir le degré de dégradation de la qualité de l'eau par rapport à ce qu'il serait dans des conditions naturelles, il faut une excellente connaissance de la variation et des interactions des propriétés physiques, chimiques et biologiques du bassin, tant dans des conditions naturelles que dans des conditions de contraintes exercées par l'homme.

Le réseau de bassins hydrographiques, un des deux réseaux qui sera aménagé en vertu de chacun des accords fédéraux-provinciaux, permettra de mieux connaître le comportement du bassin (interaction de ses composantes chimique, physique et biologique), de déterminer les sources et les répercussions des divers polluants, de cerner les problèmes actuels et futurs de qualité de l'eau et de prévoir qu'à un moment et à un endroit donnés il sera impossible d'atteindre les objectifs de qualité hydrique.

Les lieux d'échantillonnage sont choisis pour refléter la qualité de l'eau d'un bassin à un moment donné. Les paramètres qu'il faudra mesurer à chaque station seront établis en tenant compte des préoccupations à l'intérieur d'un bassin, ainsi que de la classification du réseau et de la station. Un programme de collecte de données coordonné et bien défini comprend l'approche de l'écosystème. Le choix des paramètres doit refléter les liens qui existent entre l'eau, les sédiments et le biote pour tous les polluants en cause. L'eau et les sédiments procurent un moyen de transport aux polluants concernés, tandis que les organismes vivants intègrent les effets de faibles concentrations sur de longues périodes et fournissent un excellent moyen de détecter de nombreux polluants et d'en consigner les effets. Un des principaux objectifs de toute étude sur le milieu, c'est d'assurer la protection de l'eau en vue de son utilisation la plus délicate, ce qui implique qu'il faut recueillir des données sur le biotope de chaque bassin versant.

Les chapitres qui suivent décrivent cinq études multidisciplinaires détaillées portant sur divers bassins au Canada (figure 1). Ces études font ressortir les interactions complexes des composantes physique, chimique et biologique de l'écosystème aquatique, qu'il faut comprendre avant de dissocier la variation naturelle d'un bassin versant donné et l'apport de l'homme à cette variation.

Les lieux échantillonnés, les listes de paramètres et les fréquences d'échantillonnage ont été dictés par les domaines de préoccupation et la complexité du bassin (soit l'homogénéité hydrologique, chimique et biologique, les besoins en eau et les usages auxquels celle-ci est destinée, ainsi que les problèmes d'approvisionnement en eau actuels et prévus). Pour chaque réseau de bassins, l'objectif ultime consistait à

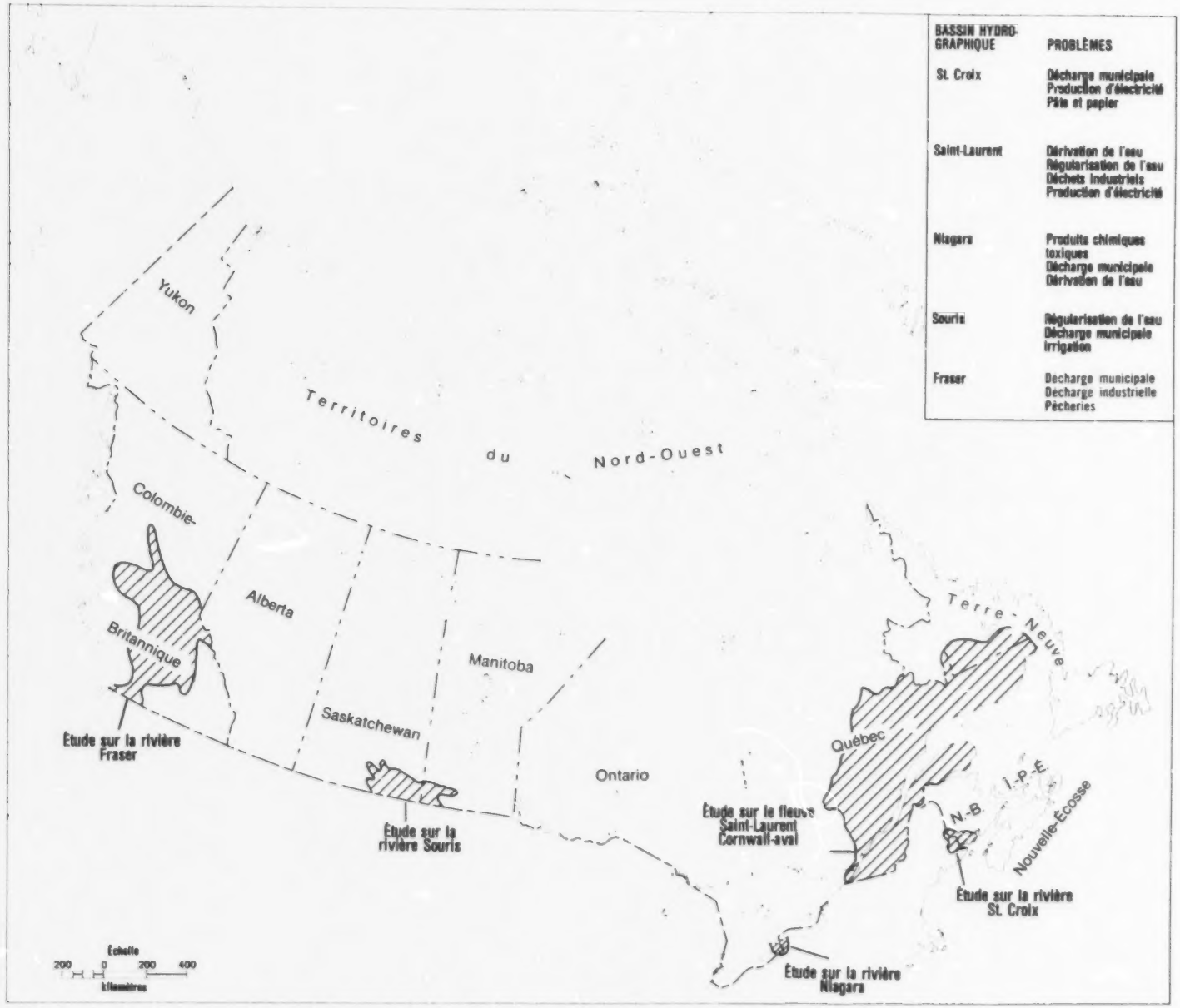

Figure 1. Emplacements des bassins hydrographiques.

fournir les données fondamentales requises pour la gestion de la qualité de l'eau afin d'assurer l'utilisation optimale de cette ressource sans qu'il n'y ait de dégradation importante de sa qualité.

LECTURE RECOMMANDEE

Haffner, G.D. 1986. Water Quality Branch strategy for assessments of aquatic environmental quality. Etude n^{o} 151, Serie scientifique, Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Ottawa.

RIVIERE ST. CROIX

La rivière St. Croix constitue la frontière internationale entre le Canada (Nouveau-Brunswick) et les Etats-Unis (Maine) et sa longueur approximative est de 124 km (figure 1). Elle arrose une bonne partie des comtés de York et de Charlotte au Nouveau-Brunswick, ainsi que le comté de Washington au Maine. L'eau de la section supérieure de 110 km de cette rivière est considérée comme pure, mais il en va autrement pour ce qui est de sa section inférieure, sur 14 km, entre Woodland (Me.) et Milltown (N.-B.) (figure 2). La fabrique de papier Georgia-Pacific de Woodland, installée à l'endroit où ses effluents sont rejetés dans la rivière, marque l'extrémité amont du tronçon concerné. La section de 14 km de longueur entre Woodland et Milltown est peu habitée et ne compte que quelques établissements à Upper Mills (N.-B.) et Baring (Me.), à 9 km de distance du rejet des effluents. Le long de cette section, on trouve une forêt généralement dense, ce qui donne un accès limité à la rivière. Il n'y a pas d'autre affluent important le long du tronçon étudié, mais trois petits cours d'eau - Strachan Brook, Mohammas Creek et Magurrewock River - se jettent dans la rivière en aval de Upper Mills-Baring.

Dans le tronçon qui fait l'objet de l'étude, on a consigné des écoulements aussi forts que 529 $m^3 \cdot s^{-1}$ et d'autres aussi faibles que 17 $m^3 \cdot s^{-1}$. Depuis 1975, on a calculé que le débit annuel moyen est de 76 $m^3 \cdot s^{-1}$ à Baring. La frabrique Georgia-Pacific, qui contrôle les rejets dans le secteur étudié, possede un permis qui autorise un débit minimal de 23 $m^3 \cdot s^{-1}$. Dans des conditions d'écoulement non printanier, la largeur de la rivière du secteur à l'étude varie entre 30 m et 50 m et sa profondeur peut atteindre 4 m.

Le fond de la rivière est surtout constitué de gravier dans les sections à écoulement rapide, des détritus organiques s'accumulant dans les étangs et les secteurs protégés. Un canal étroit et peu profond qui commence à Woodland et qui s'étend sur 5.5 km en aval est la principale particularité de la zone examinée. Un peu plus qu'à mi-chemin de cette section, on trouve des rapides (Bailey Rips). La rivière se replie brusquement après ce canal et s'élargit pour entourer Haywood Island, où sa profondeur s'accroît et son courant diminue. Elle se rétrécit à Baring Rips sur une distance approximative de 1.6 km, puis tombe de 7 m dans le secteur compris entre Upper Mills et Baring. Elle s'élargit alors pour prendre la forme d'un lac au courant lent. Environ 3 km plus loin, elle se rétrécit encore une fois pour finalement rejoindre l'extrémité aval du secteur à l'étude au pont international de Milltown. Au-delà du tronçon étudié, plus de 300 îles coupent l'écoulement naturel et forment pas moins de trois canaux divisés.

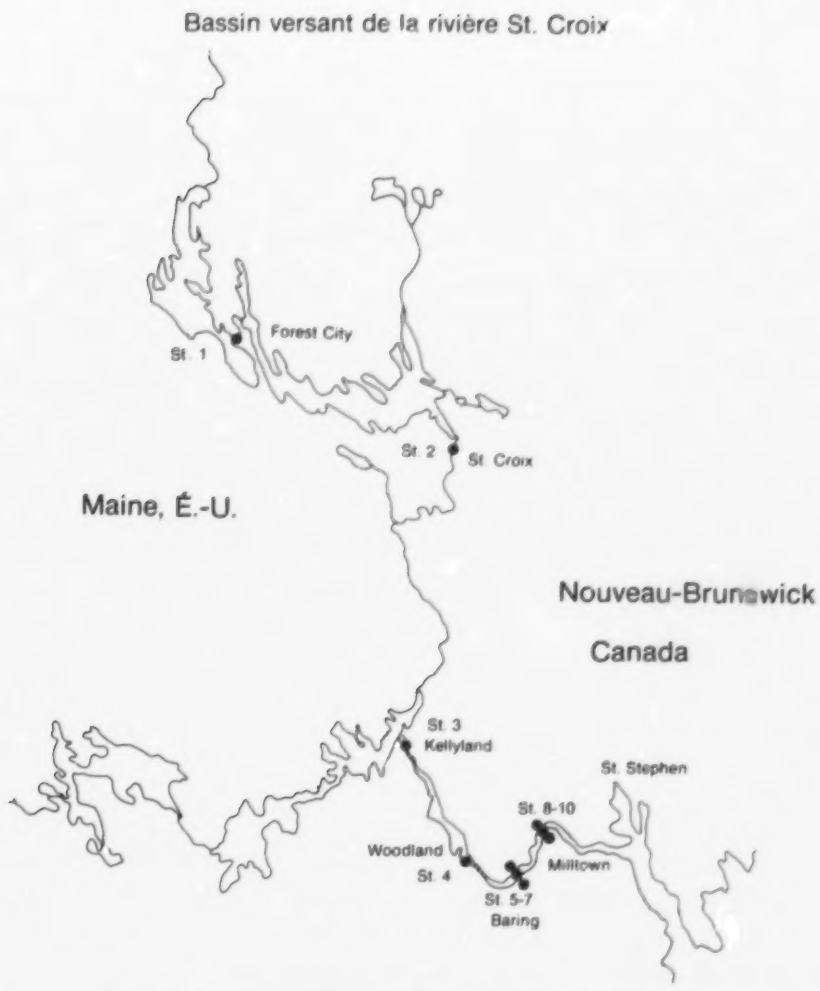

Figure 2. Stations d'échantillonnage de la rivière St. Croix, 1973-1977.

En 1966, la Commission mixte internationale a établi un comité consultatif sur le contrôle de la pollution de la rivière St. Croix. Ce comité reçut le mandat de contrôler la qualité de l'eau et de coordonner les travaux de planification de la qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière St. Croix. Pour aider le comité à remplir son mandat, la Direction de la qualité des eaux (Environnement Canada), en collaboration avec le Service géologique des Etats-Unis et le Département de la protection de l'environnement du Maine, a surveillé certains paramètres de qualité des eaux de la St. Croix depuis 1966 jusqu'à maintenant pour :

a) fournir des données sur l'impact des déchets des fabriques de papier sur la qualité des eaux de la partie inférieure de la St. Croix;

b) expliquer les effets d'événements épisodiques, ainsi que les tendances à long terme;

c) établir la relation entre les changements de la qualité de l'eau et les remèdes apportés par la fabrique de papier Georgia-Pacific; et

d) établir des objectifs de qualité de l'eau en tenant compte plus particulièrement du passage du saumon de l'Atlantique *(Salmo salar)*.

Pendant la période 1965-1966, les ions majeurs dominants de la rivière St. Croix provenaient des sulfates. Cependant, cette situation changea en 1966 lorsque la fabrique de papier Georgia-Pacific abandonna le procédé au sulfite et adopta le procédé kraft. Les ions de sulfate cédèrent alors la première place aux ions de sodium et de chlorure. Entre 1966 et 1985, les ions majeurs demeurèrent à peu près les mêmes. Cependant, des modifications apportées au procédé de fabrication de la pâte ont permis d'obtenir certaines réponses précises concernant l'hydrochimie et les relations entre les paramètres de la qualité de l'eau. Pendant la période où les effluents non traités résultant du procédé kraft étaient rejetés directement dans la rivière (1967-1972), tant la composition chimique que le débit de l'effluent ont varié considérablement comme en témoignent les rapports entre la qualité médiocre de l'eau et la quantité de celle-ci. Même si cette variabilité fut réduite par l'adoption d'un traitement primaire de l'effluent en 1972, l'amélioration la plus notable fut apportée par l'adoption d'une installation de traitement secondaire en 1977-1978. De 1978 à 1985, on a obtenu de bons rapports entre la conductivité spécifique et le débit journalier moyen d'une part et la conductivité spécifique et les ions majeurs d'autre part. Outre qu'il a régularisé le débit et la composition de l'effluent, le traitement secondaire a amélioré considérablement le régime d'oxygène pendant l'été. Avant 1978, les valeurs minimales d'oxygène pendant l'été étaient généralement inférieures à 3.0 $mg \cdot L^{-1}$. Or le traitement secondaire a fait diminuer la demande d'oxygène de la rivière et, en augmentant les concentrations d'oxygène, a presque permis d'atteindre l'objectif de 5.0 $mg \cdot L^{-1}$ en ce qui a trait à la qualité de l'eau de la rivière St. Croix.

L'adoption du procédé kraft par Georgia-Pacific en 1966 fut sans contredit le changement qui eut le plus d'effet sur l'hydrochimie de la rivière St. Croix. En 1965 et au début de 1966, l'eau à la hauteur de Milltown était caractérisée par une concentration importante de sulfates et, dans une moindre mesure, par des proportions de magnésium. L'adoption du procédé kraft et l'établissement d'une usine de blanchiment avaient permis, à l'été 1966, de réduire les concentrations de sulfates et de magnésium dans l'eau de la rivière. Cependant, de façon concomitante, les concentrations de sodium et de chlorure augmentèrent sensiblement tout comme, bien qu'à un degré moindre, le calcium et l'alcalinité totale. Tous ces ions majeurs sont utilisés dans le procédé kraft. Outre le changement de composition des ions majeurs, le procédé kraft fut à l'origine d'une augmentation importante de la conductivité spécifique de la rivière St. Croix. Dans l'ensemble, après la mise en oeuvre du procédé kraft, les caractéristiques chimiques des ions majeurs ont peu changé de 1966 jusqu'en 1985, comme le montrent les valeurs médianes relativement semblables de ces ions. Cependant, des changements apportés à ce procédé ont modifié tant la variabilité de la composition chimique de l'effluent de résidus kraft que les autres paramètres de qualité de l'eau.

En cinq ans, de 1966 à 1972, on a déversé les résidus kraft directement dans la rivière St. Croix sans les traiter. Il fut facile de constater ce fait puisque l'eau à la hauteur de Milltown montrait une grande variabilité et que sa qualité semblait dépendre des fluctuations du procédé utilisé par la fabrique de papier Georgia-Pacific. Dans la plupart des cas au cours de cette période, la qualité de l'eau était dominée par des ions Na^{+} et Cl^{-}, mais d'autres fois par des ions Ca^{++} et HCO_3^{-}, à cause du déversement occasionnel du four à chaux ou du système de décoloration utilisé entre 1969 et 1971. Cette variabilité chimique de l'effluent est illustrée tant par le rapport médiocre débit/conductivité spécifique que par la conductivité spécifique et les ions majeurs. Au cours des six années suivantes, de 1972 à 1978, on a soumis l'effluent de résidus kraft à un traitement primaire puis à un traitement de clarification avant d'en faire le rejet dans la rivière St. Croix. Même si le débit de l'effluent demeurait variable comme l'indique la relation médiocre entre le débit et la conductivité spécifique, la dominance chimique était un peu plus stable. On obtenait de meilleures relations linéaires entre le sodium et la conductivité spécifique d'une part, et le chlorure et la conductivité spécifique d'autre part. Ces résultats découlent probablement d'un temps de rétention accru de l'effluent dans l'installation de traitement primaire, ce qui a permis un meilleur mélange des effluents des différentes phases du procédé kraft. Les données pour la période 1978-1985 reflètent la qualité de l'effluent une fois qu'il a subi un traitement secondaire. Cette période est caractérisée aussi bien par un débit relativement constant de l'effluent que par la composition chimique comme l'indiquent les rapports satisfaisants entre le débit et la conductivité spécifique, et entre la conductivité spécifique et les ions majeurs. Ces résultats semblent en grande partie attribuables aux 11 jours de rétention de l'effluent dans les étangs aérés de l'installation de traitement secondaire. Cette mesure vise à régulariser non seulement la composition chimique de l'effluent, mais aussi son débit.

En outre, le traitement secondaire des eaux usées a amené une amélioration considérable du volume d'oxygène de la rivière St. Croix en été. Au cours des six années de traitement primaire de l'effluent (1972-1978) (figure 3), les concentrations d'oxygène pendant l'été étaient faibles, de façon caractéristique. De fait, la plus petite valeur consignée a été 1.2 $mg \cdot L^{-1}$. On était donc loin de l'objectif de 5.0 $mg \cdot L^{-1}$ fixé pour la qualité de l'eau. Le traitement secondaire a permis de réduire la charge en suspension et la DBO de l'effluent ainsi que, par ricochet, d'améliorer considérablement les concentrations d'oxygène en été. De 1978 à 1985, celles-ci se rapprochaient généralement de l'objectif fixé pour la qualité de l'eau ou le dépassaient (figure 4). Le volume d'oxygène amélioré présente beaucoup d'importance sur le plan biologique puisqu'il permet le passage du saumon de l'Atlantique, mais il peut aussi avoir certaines incidences importantes sur le plan chimique.

Pour aider les gestionnaires à comprendre l'écosystème de la rivière St. Croix, on a mis au point une équation de régression multiple pour prédire la saturation d'oxygène dissous à l'emplacement de Milltown. Si l'on compare les valeurs réelles obtenues par échantillonnage et celles qui ont été prévues par le modèle, on constate que ces dernières sont

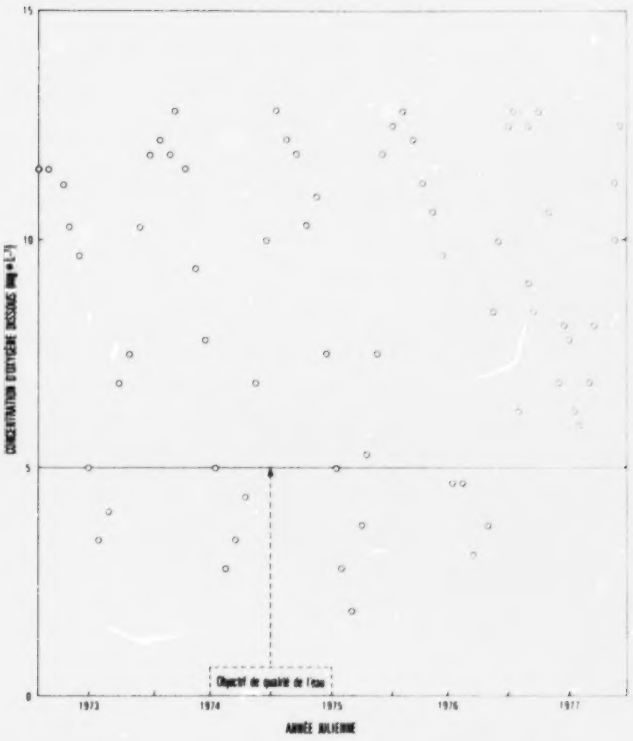

Figure 3. Répartition saisonnière de l'oxygène dissous de la rivière St. Croix, 1973-1977.

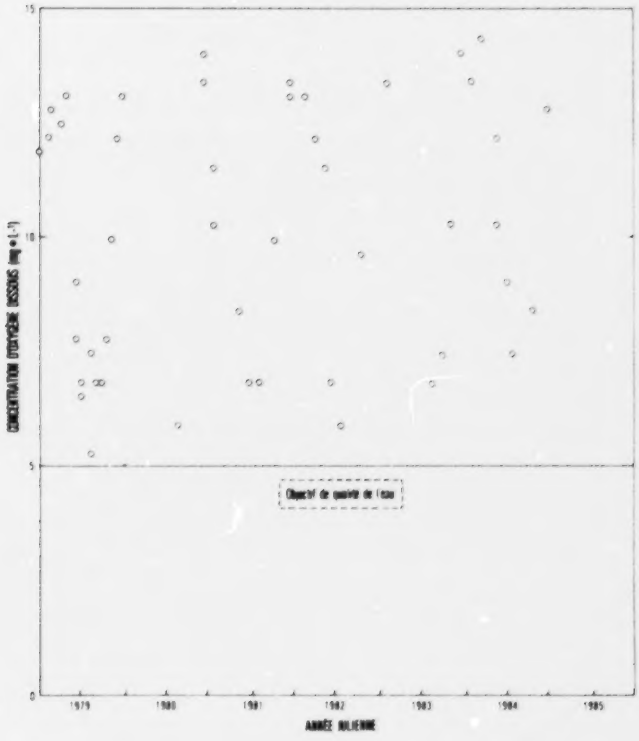

Figure 4. Répartition saisonnière de l'oxygène dissous de la rivière St. Croix, 1979-1985.

généralement un peu inférieures aux premières. Cependant, cela est préférable puisqu'on peut ainsi corriger les erreurs d'échantillonnage possibles du milieu. Il faut assurer un contrôle strict du débit de la rivière pour éviter les épuisements d'oxygène passagers.

Pour de plus amples renseignements sur la rivière St. Croix, communiquer avec :

D.H. Cullen
Chef, Direction de la qualité des eaux
Région de l'Atlantique
C.P. 861
Immeuble Federal
1075 Main Street
Moncton (Nouveau-Brunswick)
E1C 8N6

LECTURES RECOMMANDEES

Boutot, W., et T.A. Clair. 1981. Modélisation de la teneur en oxygène dissous de la rivière St. Croix, au Maine et au Nouveau-Brunswick. Etude n^{o} 121, Collection des rapports techniques, Direction générale des eaux intérieures, 23 p.

Howell, G.D. 1984. The relationship of the water quality of the St. Croix River to pulp mill effluent discharge. IWD-AR-WQB-84-59, 28 p.
Howell, G.D., et D.M. Lockerbie. 1983. 1982/1983 St.Croix River Water Quality Report. IWD-AR-WQB-83-49, 47 p.
Howell, G.D., et D.M. Lockerbie. 1983. St. Croix River Water Quality during the years 1965-1981. IWD-AR-WQB-83-50, 44 p.
Lockerbie, D.M., et D.H. Cullen. 1981. Report on St. Croix River Water Quality 1980. IWD-AR-WQB-17, 97 p.

FLEUVE SAINT-LAURENT

Le Saint-Laurent est un des principaux fleuves du monde (figure 1) et son importance pour les Québécois est prépondérante. Ses ressources biologiques diversifiées, les nombreux emplacements de camping et les nombreux ports pour les petites embarcations aménagés sur ses rives, ainsi que le nombre et la taille des municipalités qu'il alimente en eau témoignent de son importance pour l'environnement, tout comme les statistiques des municipalités du secteur agricole et des industries font ressortir son importance du point de vue économique. Le Saint-Laurent alimente en eau aussi bien les demeures que les industries de nombreuses municipalités qui le bordent, notamment Valleyfield, Montréal, Laval, Longueuil, Varennes, Sainte-Foy, Sillery, Lévis, Trois-Rivières et Lauzon. Du point de vue biologique, le Saint-Laurent est l'étendue d'eau la plus riche et la plus diversifiée du Québec. Sa végétation naturelle constitue une immense matrice qui abrite de nombreux organismes qui alimentent une faune abondante. La végétation de ses marécages et de son lit d'inondation fournissent, entre autre chose, nourriture et abri aux poissons, oiseaux migrateurs et organismes semi-aquatiques. Ces ressources naturelles permettent à une grande proportion de la population du Québec de participer à des activités sportives et commerciales. Le maintien de ces ressources est donc essentiel à cet égard.

Au Canada, l'état du fleuve Saint-Laurent qui recueille les eaux d'un des bassins hydrographiques les plus développés du monde (figure 5), soulève des préoccupations particulières. Plus de 80 % de la population du Québec est concentrée dans le bassin du Saint-Laurent. La population riveraine, qui compte environ trois millions de personnes, se retrouve dans les deux grands centres urbains de Montréal et de Québec, ainsi que dans de nombreuses petites municipalités le long du fleuve. On compte également quelque deux millions de personnes vivant dans le bassin versant des affluents du Saint-Laurent. La plupart des municipalités possèdent un réseau d'égouts, mais très peu ont des installations d'épuration. La majeure partie des eaux usées sont donc rejetées dans le fleuve et dans ses affluents sans être traitées.

En 1971, suivant un inventaire des Grands lacs, le comité consultatif Canada-Québec sur l'eau a établi un groupe de travail pour examiner les documents disponibles sur la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent et pour élaborer des programmes en vue de sa gestion et de son utilisation. Dans le rapport qu'il a présenté en juillet 1972, le groupe de travail insiste sur l'importance du Saint-Laurent, tant pour ses ressources récréatives que pour sa faune. Tout en reconnaissant le caractère essentiel du fleuve du point de vue commercial et énergétique, le groupe

fait ressortir les répercussions qu'ont sur l'environnement des polluants comme le mercure et son accumulation dans les poissons, les effets des hydrocarbures et des polluants toxiques sur les oiseaux migrateurs, les dangers de la baignade dans une eau contaminée par le rejet des sanitaires et les restrictions imposées au canotage par la prolifération de plantes aquatiques.

Suivant les recommandations du groupe de travail, un accord a été signé entre le Canada et le Québec, aux termes duquel un inventaire biophysique du fleuve serait fait et un plan d'action préparé pour stopper sa détérioration. Ce projet a relevé du groupe de travail jusqu'en 1973, puis du comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent établi conformément aux termes de l'accord. En vertu de celui-ci, la Direction de la qualité des eaux a établi les objectifs suivants pour le programme de surveillance de la qualité de l'eau :

1) cerner les problèmes de pollution :

   a) en repérant les zones polluées (substances toxiques, sels nutritifs);
   b) en évaluant les causes de cette pollution et en déterminant les restrictions qu'il est possible d'imposer en matière d'utilisation du milieu aquatique;

2) établir des données de base :

   a) en mesurant l'évolution à court terme (cycle hydrologique) et à long terme (tendances) de la qualité du milieu aquatique;
   b) en évaluant l'apport des polluants dans l'océan;

3) déterminer si les objectifs de qualité de l'eau sont atteints :

   a) en mesurant la qualité de l'eau dans des zones établies;
   b) en analysant des mesures et en les comparant aux objectifs de qualité fixés pour les divers usages du milieu aquatique.

Le réseau du Saint-Laurent compte 46 stations s'échelonnant de Cornwall à Québec. Les neuf stations du lac Saint-François (face à Cornwall) faisaient partie d'une étude spéciale sur l'apport de polluants venant des Grands lacs et du tronçon international. Les cinq stations du lac Saint-Louis (face à Beauharnois) faisaient partie quant à elles d'une étude spéciale sur le mercure en suspension dans ce lac. Quant aux 32 stations restantes, elles faisaient partie du réseau général de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent (figure 6).

Les usagers du milieu aquatique n'ont pas tous des exigences strictes en matière de qualité de l'eau. Pour le rejet des eaux résiduaires industrielles et des déchets urbains, il faut de l'eau courante, tandis que les exigences sont minimales pour la navigation commerciale et la production d'électricité. En revanche, la navigation commerciale et la production d'électricité créent directement ou indirectement des conditions contraires qui limitent d'autres usages. Par conséquent, la qualité de l'eau du fleuve varie d'un endroit à l'autre, mais elle est généralement meilleure dans le canal de navigation à grande vitesse. Les

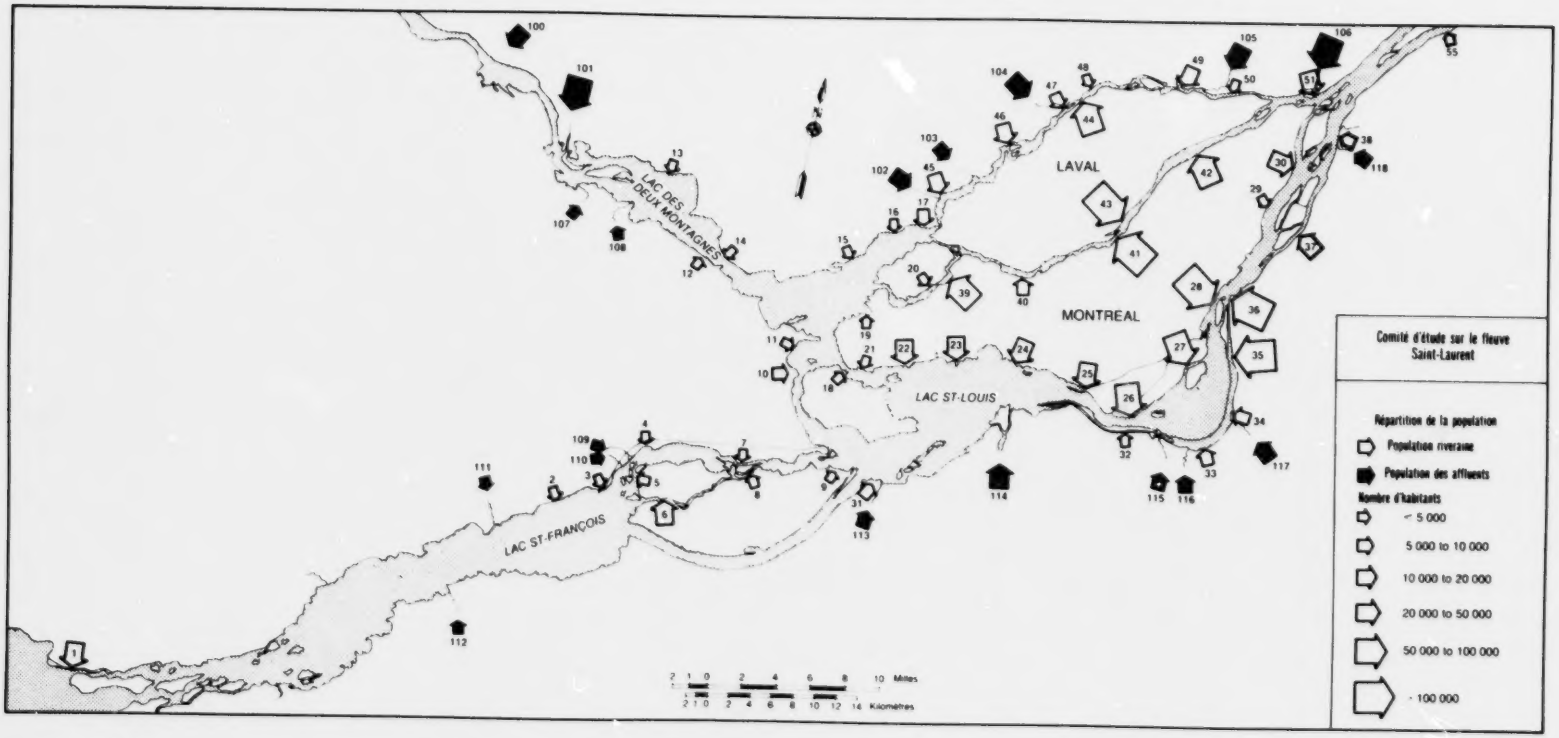

Figure 5. Répartition de la population, fleuve Saint-Laurent, 1978.

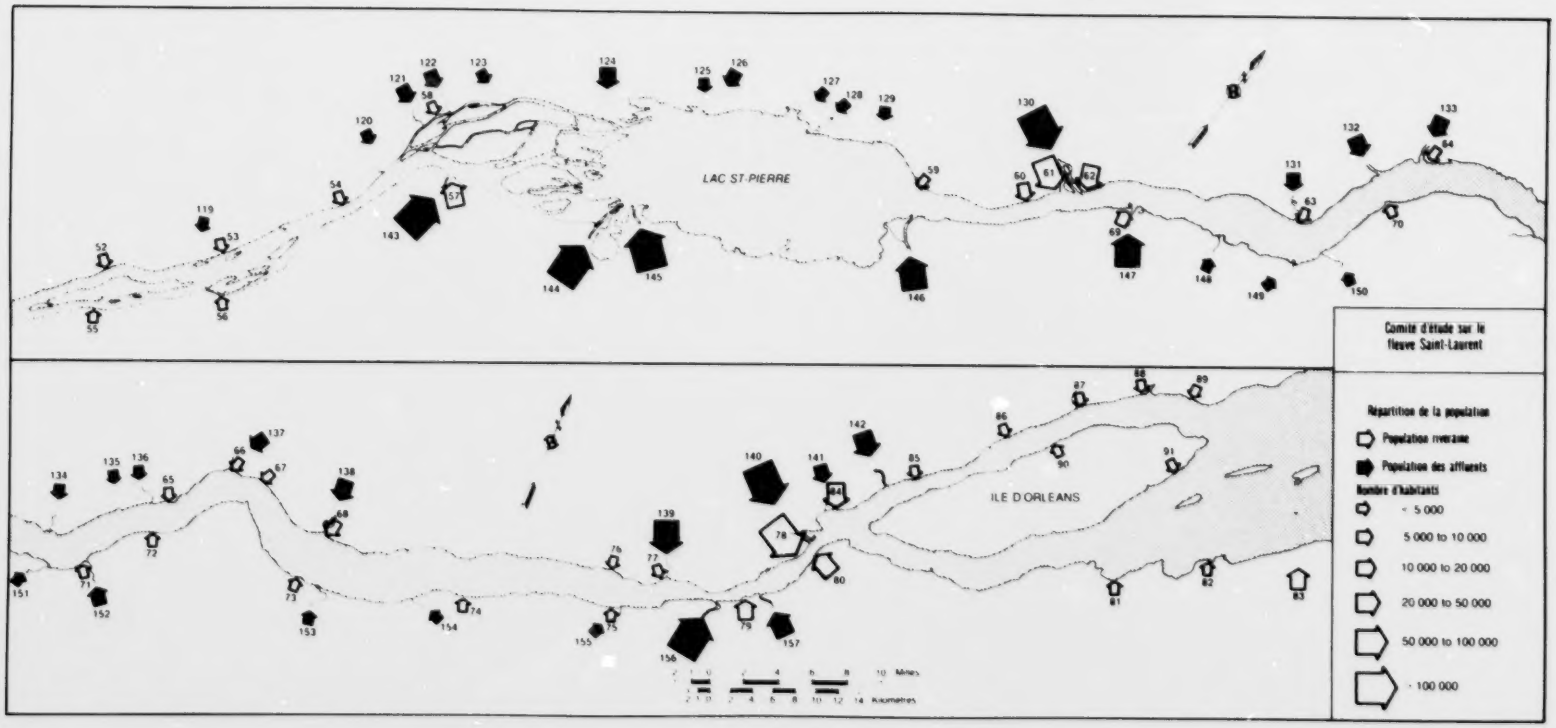

Figure 5. (suite).

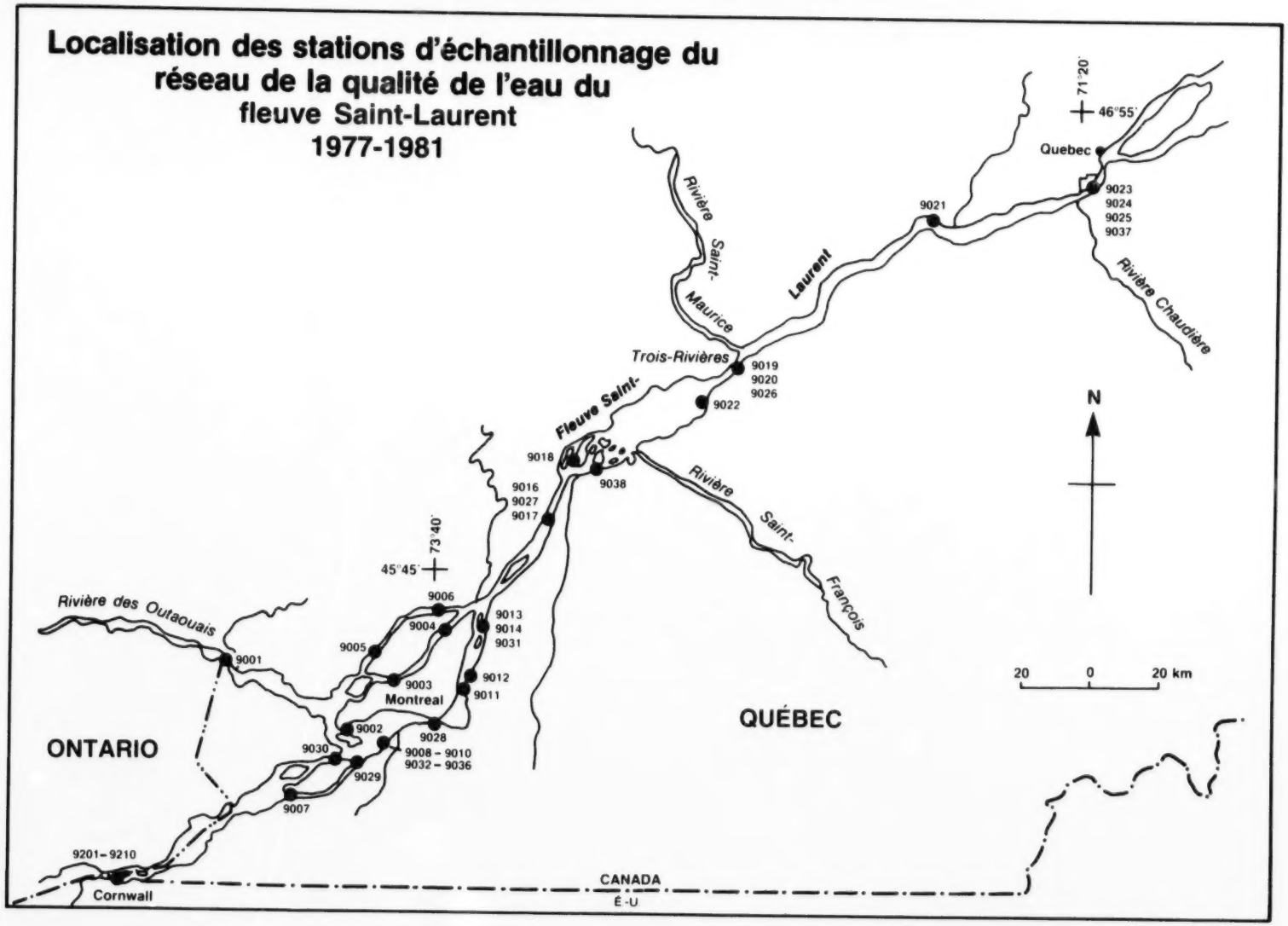

Figure 6. Localisation des stations d'échantillonnage du réseau de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent, 1977-1981.

effluents urbains et industriels créent des conditions particulièrement mauvaises le long du fleuve à la hauteur de la sortie des rejets ou en aval de ceux-ci. Ces conditions se retrouvent même bien en aval parce que le brassage mutuel des eaux se fait lentement à cause des nombreuses îles entre Montréal et Sorel, ce qui donne lieu à des canaux naturels entre Montréal et Portneuf (figure 7). Il faut donc distinguer entre la qualité de l'eau près de la rive et la qualité de l'eau dans le canal. Les grandes zones de brassage des eaux du Saint-Laurent ont été établies d'après l'analyse des données de conductivité spécifique (figure 8).

La végétation occupe une partie importante de la rive dans toutes les sections du Saint-Laurent, notamment le lac Saint-François, le sud du lac Saint-Louis, le canal de la rive sud, les rivières des Prairies et des Mille-Iles, le lac Saint-Pierre, le sud de la rive sablonneuse de Gentilly et le bras nord de l'île d'Orléans. Ces secteurs naturels sont touchés par les changements des conditions hydrodynamiques, la nature du substratum et l'enrichissement en éléments nutritifs. L'accumulation des débris de plantes aquatiques ou la prolifération d'algues filamenteuses sur les rives détériorent la qualité du milieu. Pendant la deuxième moitié de la saison, de nombreux vacanciers se plaignent d'avoir à payer de leur poche le nettoyage des rives.

On ne trouve pas tellement de rives sablonneuses au sud de Montréal. La même constatation vaut pour les rivières des Prairies et des Mille-Iles, ainsi que pour le lac Saint-Louis, à l'exception des zones en amont des rivières des Prairies et des Mille-Iles, du secteur près de l'île Saint-Bernard et des îles de la Paix. Notons que le remblai de la côte payé par des riverains et à même les fonds publics ne visait pas la mise en valeur de la plage. Les conditions de la baignade sont favorisées dans la section sud-est du lac Saint-François, au lac des Deux-Montagnes, à Oka et à Cap-Saint-Jacques. Le corridor du fleuve et la rive-nord de l'estuaire du fleuve, de l'embouchure de la rivière Saint-Maurice à l'embouchure de la rivière Sainte-Anne, conviennent bien, eux aussi, à cet usage. L'érosion littorale est maintenue à un niveau minimal grâce à de nombreux murs de soutènement.

Le milieu aquatique produit, abrite et soutient de nombreux organismes vivants et la qualité des ressources biologiques influe sur de multiples activités comme la chasse et la pêche. Les poissons et les oiseaux ne sont toutefois pas les seules espèces importantes de cette région. Il y a aussi, par exemple, des microorganismes qui transforment les déchets organiques ou, encore, des plantes aquatiques qui y vont de leur apport biologique en oxygénant l'eau et en stabilisant les rives et le lit du fleuve.

Lorsque la qualité de «l'environnement» est acceptable, la qualité et la diversité des organismes vivants sont assurées, ce qui permet d'utiliser pleinement le milieu. En revanche, lorsque la qualité en est détériorée, la productivité s'accroît au détriment de la diversité et la dégradation du milieu aquatique en résulte à moyen ou à long terme.

On peut quantifier indirectement la qualité de la vie aquatique au moyen d'indices de productivité, de diversité et d'inhibition (tableau 1). La productivité s'applique à tous les niveaux trophiques du

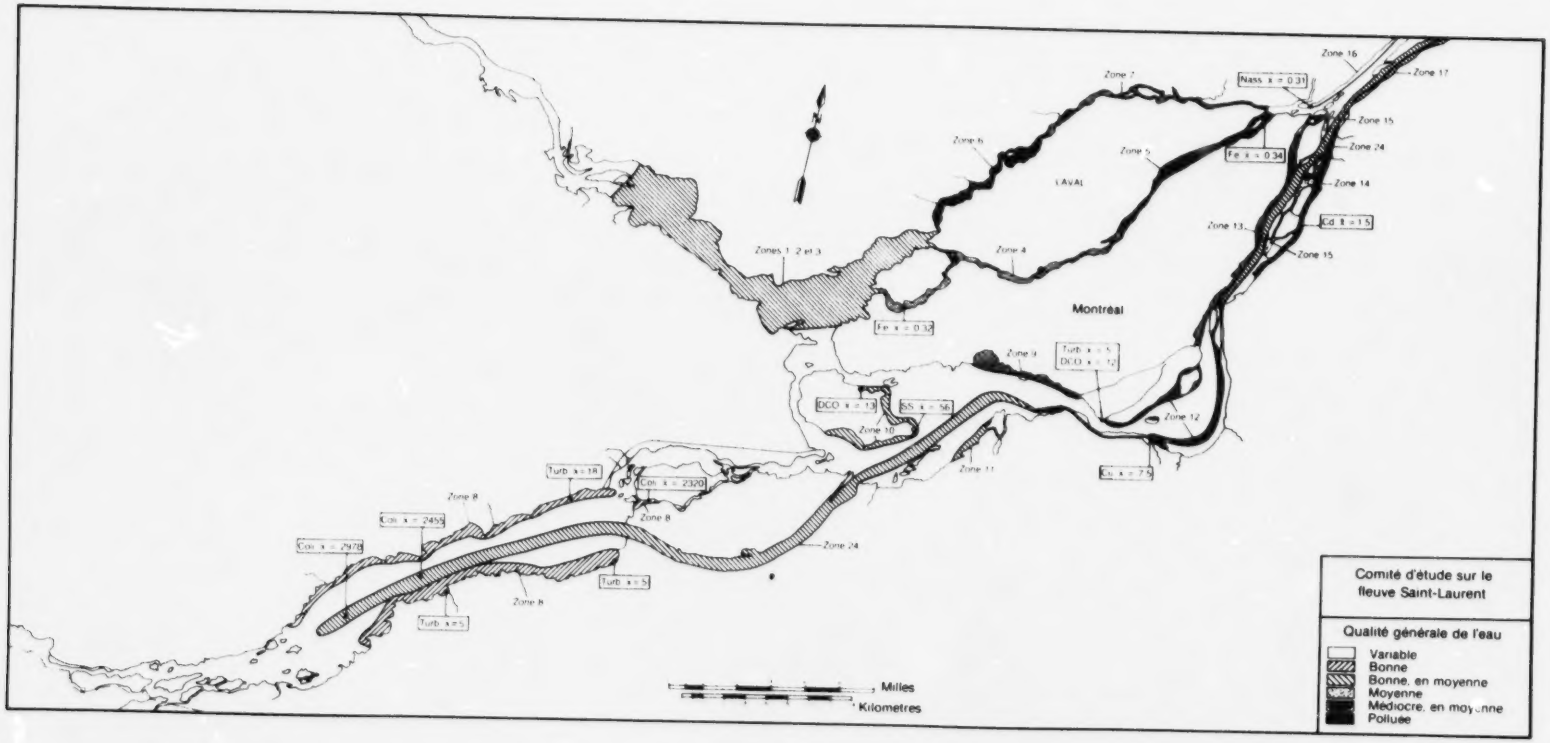

Figure 7. Canaux naturels du fleuve Saint-Laurent. Nass = Azote associé (ou fixé); DCO = Demande chimique d'oxygène.

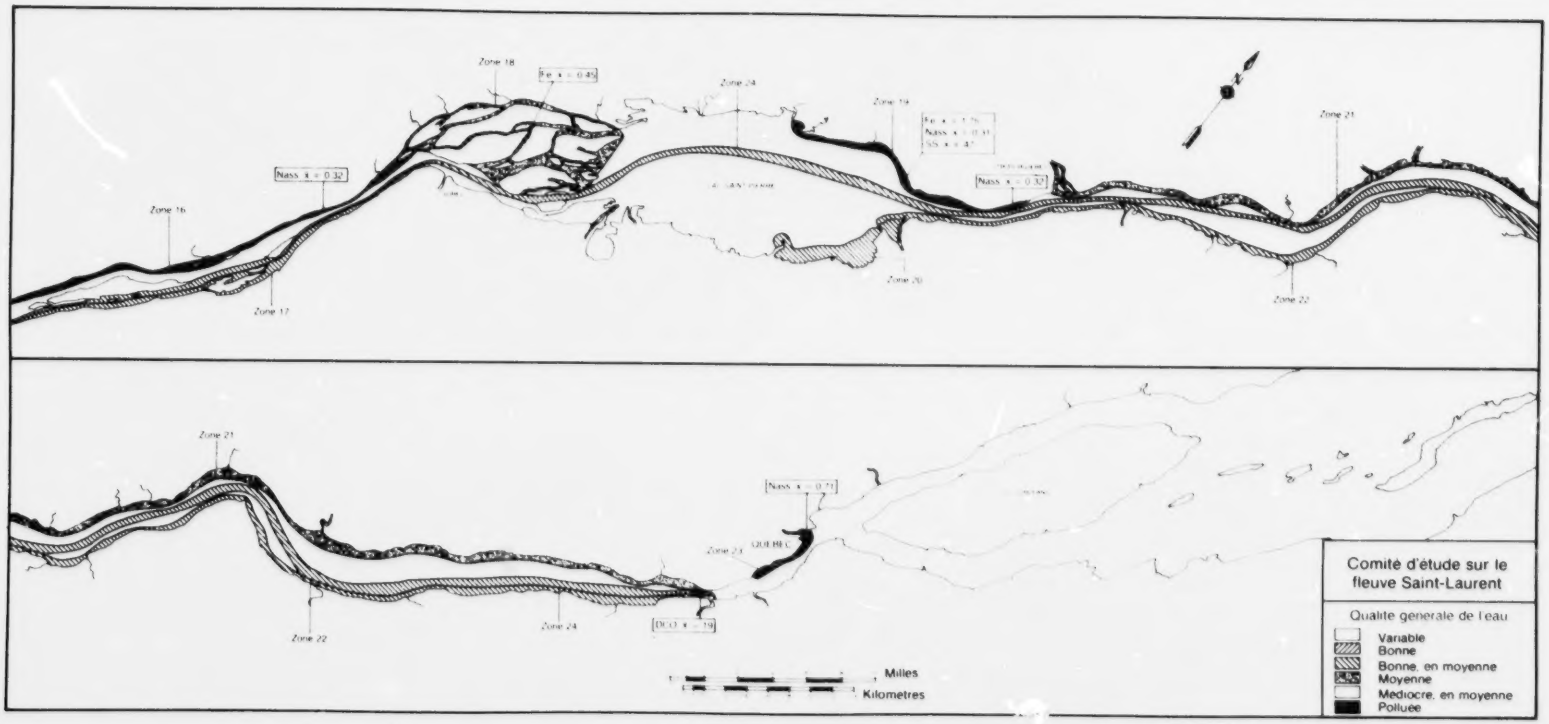

Figure 7. (suite).

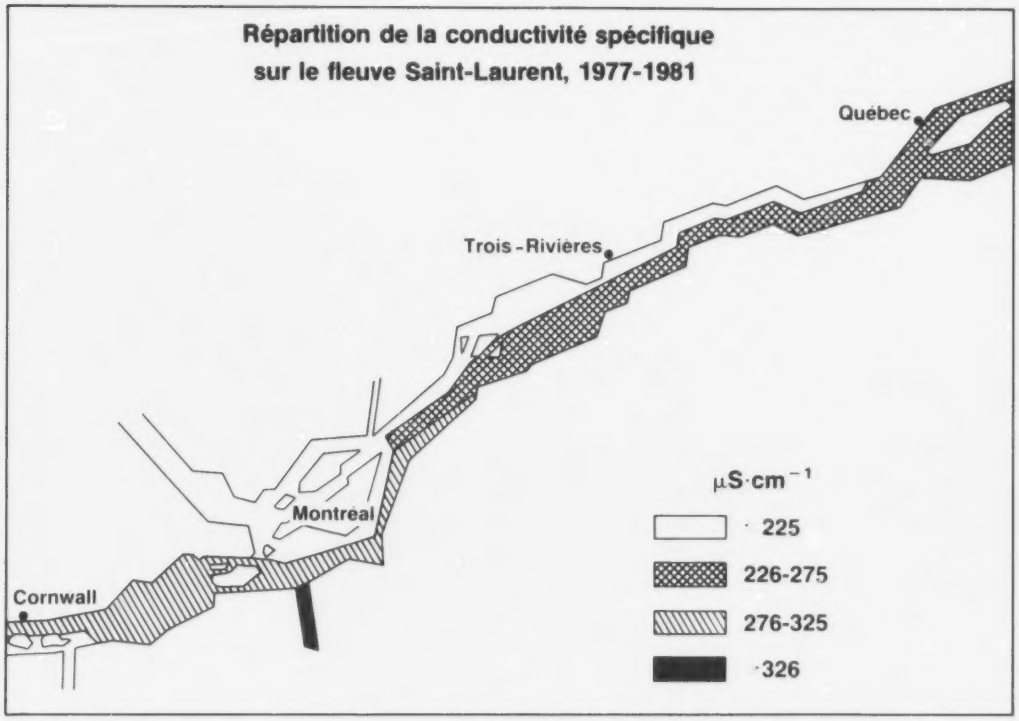

Figure 8. Répartition de la conductivité spécifique sur le fleuve Saint-Laurent, 1977-1981.

Tableau 1. Indices de la qualité de la vie aquatique

Indice	Valeur absolue des paramètres	Qualité de la vie aquatique
Productivité	Potentiel de fertilité	
	0 - 4	Grande
	4 - 10	Moyenne
	>10	Faible
	Chlorophylle *a* totale	
	0 - 4.5 $mg \cdot m^{-3}$	Grande
	4.5 - 9.0 $mg \cdot m^{-3}$	Moyenne
	>9.0 $mg \cdot m^{-3}$	Faible
Diversité	<2 ou plus de 25 % des emplacements	Grande
	<2 ou plus de 50 % des emplacements	Moyenne
	<2 ou plus de 75 % des emplacements	Faible
Croissance	0 - 15	Grande
	15 - 50	Moyenne
	>50	Faible

système aquatique : phytoplancton, zooplancton, poissons, etc. Cependant, dans un secteur aussi vaste que le fleuve Saint-Laurent, il est impossible de mesurer efficacement la productivité à tous les niveaux trophiques. Le niveau de base, celui de la production primaire, est sensible à la détérioration du milieu. Deux indices, entre autres, quantifient cette productivité. Il s'agit du potentiel de fertilité et de la concentration de chlorophylle *a* dans l'eau.

Comme le montre le tableau 2, la qualité de l'eau a des répercussions sur la qualité de la vie aquatique établie d'après ces indices. Il n'y a que deux régions dans lesquelles il n'y a pas de corrélation évidente entre la qualité de la vie aquatique et la qualité de l'eau. Ce sont les régions sud du corridor du fleuve et la partie nord du lac Saint-Louis.

Tableau 2. Relation entre la qualité de la vie aquatique et la qualité de l'eau

Région	Qualité de la vie aquatique	Qualité de l'eau
Lac Saint-François	Elevée	Bonne
Lac des Deux-Montagnes	Elevée	Bonne
Lac Saint-Louis		
Nord	Moyenne	Médiocre
Sud	Elevée	Bonne
Corridor du fleuve		
Sud - Montréal	Moyenne	Médiocre
Montréal-Sorel	Moyenne	Bonne
Nord - Montréal	Moyenne	Médiocre
Montréal-Sorel	Faible	Médiocre
Delta de Sorel (nord)	Faible	Moyenne
Lac Saint-Pierre (nord)	Faible	Médiocre
Lac Saint-Pierre (sud)	faible	Médiocre
Estuaire du fleuve	Moyenne	Moyenne
Région de Québec	Faible	Médiocre

Dans toutes les autres régions, la qualité de la vie - bonne ou mauvaise - est directement proportionnelle à celle de l'eau. Comme le montre la figure 9, les régions les plus touchées sont :

a) la région nord du chenal du fleuve;
b) le delta de Sorel;
c) la région de Québec;
d) l'ensemble du lac Saint-Pierre.

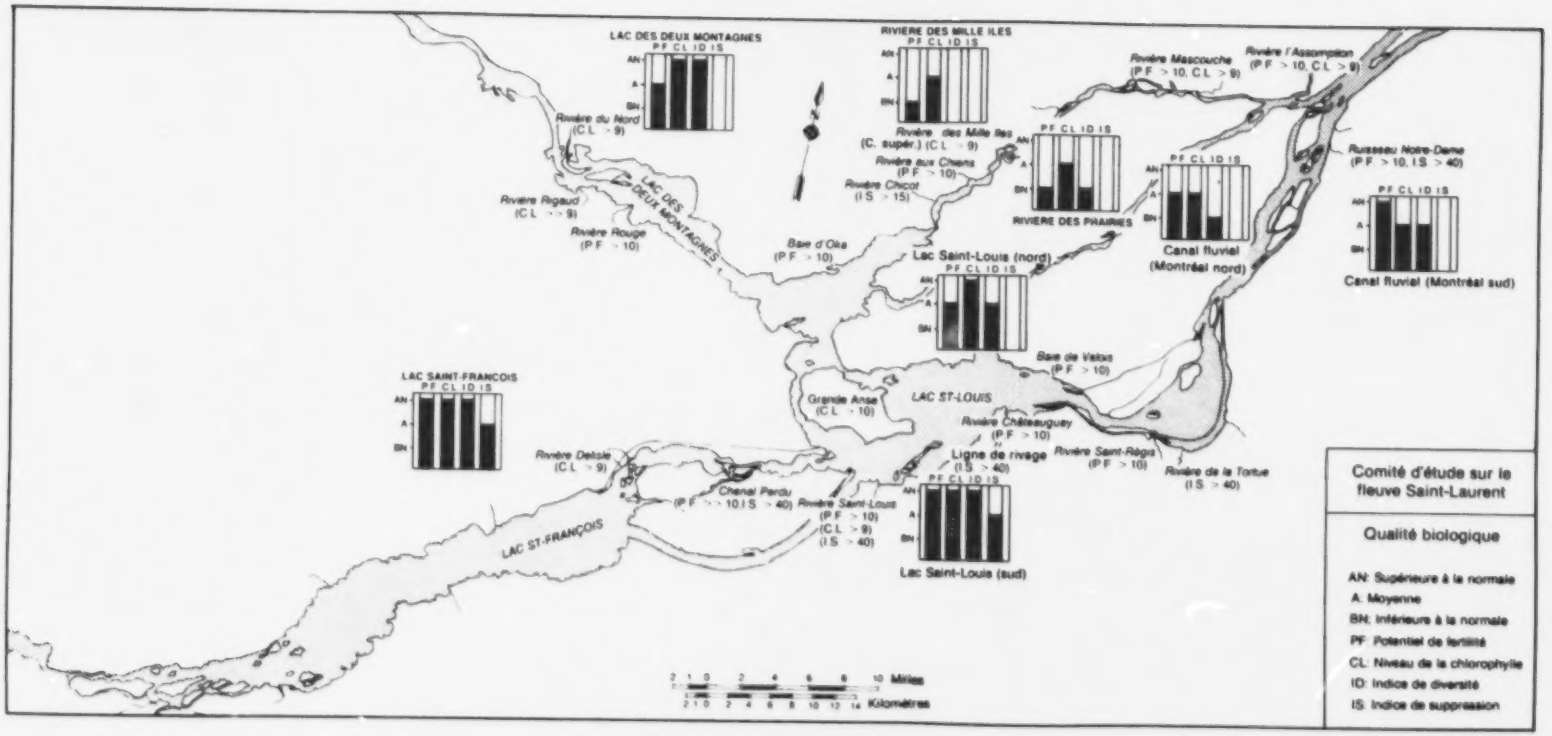

Figure 9. Conditions de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent, 1978.

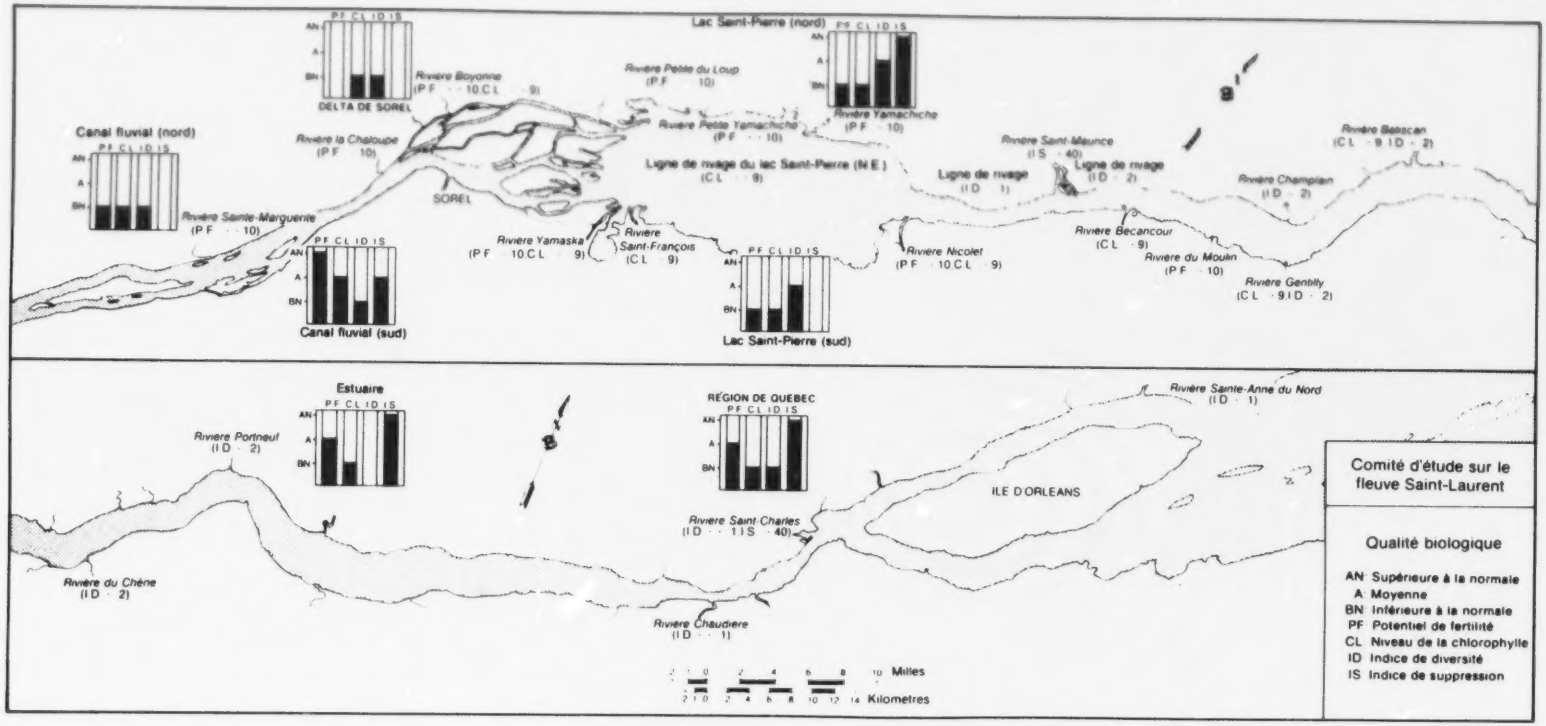

Figure 9. (suite).

L'étude qui a été faite a permis de conclure que les trois principales causes de dégradation de la qualité de l'eau du Saint-Laurent sont : la détérioration d'un bon nombre de ses affluents, le rejet d'eaux usées et l'utilisation des côtes comme décharge. L'importance relative de ces causes varie selon la région. Le rejet des eaux résiduaires municipales et les décharges sont les principales causes de détérioration de la rivière des Prairies. Dans la partie sud du lac Saint-Pierre, la détérioration est principalement attribuable à l'écoulement des affluents. Notons que la régularisation de l'écoulement et du courant, le dragage et le développement urbain ont des effets secondaires sur la qualité de l'environnement.

On a constaté six types de détérioration du Saint-Laurent. Par ordre d'importance décroissante, ce sont :

1) la dissémination de substances toxiques;
2) la contamination bactérienne;
3) l'empiètement sur les secteurs de ressources biologiques;
4) la destruction de la valeur esthétique;
5) un nombre excessif de sédiments en suspension; et
6) l'enrichissement en éléments nutritifs.

La nature de ces détériorations a été aggravée par les conditions hydrodynamiques particulières du Saint-Laurent. Etant donné que la plus grande partie de l'effluent était rejeté près du rivage et qu'il fallait beaucoup de temps pour qu'il se mélange à l'eau du fleuve, la détérioration de la côte était particulièrement importante. Il a donc fallu limiter les usages suivant la qualité de l'eau, c'est-à-dire l'alimentation en eau domestique, la natation, la conservation des ressources biologiques, l'utilisation de l'eau par les vacanciers et la construction de logements.

Pour de plus amples renseignements sur le fleuve Saint-Laurent, communiquer avec :

M.L. Martel
Chef, Programme de qualité et de quantité de l'eau
1001, Pierre Dupuy
Longueuil (Québec)
J4K 1A1

LECTURES RECOMMANDEES

Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. 1978. Rapport final du Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Environnement Canada et le service de la protection de l'environnement du Québec, 209 p.

Germain, A., et M. Janson. 1984. Qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent de Cornwall à Québec (1977-1981). Direction générale des eaux intérieures (ébauche).

Janson, M., et H. Sloterdijk. 1982. Données sur la qualité des eaux (Water Quality Data), fleuve Saint-Laurent (St. Lawrence River) Québec, 1950-1980. Direction générale des eaux intérieures, 159 p.

RIVIERE NIAGARA

La rivière Niagara qui a un débit moyen de 6400 $m^3 \cdot s^{-1}$ suivant les mesures faites à Queenston entre 1975 et 1979, relie le lac Erié et le lac Ontario. Divisée en tronçon supérieur et tronçon inférieur par les chutes Niagara, la rivière Niagara compte pour 83 % de tous les affluents du lac Ontario. Tant au Canada qu'aux Etats-Unis, la rivière Niagara satisfait aux besoins d'eau des municipalités, des industries, des commerces, des vacanciers et des touristes, et on y a même fait des aménagements hydroélectriques (figure 1).

Une population de plus de 400 000 habitants répartie aussi bien au Canada qu'aux Etats-Unis utilise la rivière comme source d'approvisionnement en eau potable municipale. La station de traitement d'eau de la ville de Buffalo, qui puise son eau à la jonction du lac Erié et de la rivière Niagara, dessert 530 000 autres personnes. En retour, la rivière reçoit de ces populations leurs eaux traitées.

La proximité d'une source d'hydroélectricité produite à bon marché et de ressources hydriques servant aux industries de transformation a fait de la frontière du Niagara une zone très industrialisée, notamment du côté américain. La rivière Niagara passe à travers un complexe d'industries de fabrication de l'acier, de produits chimiques et de produits pétrochimiques.

La contamination par les bactéries, les problèmes de phénols, de pétrole, de niveaux excessifs de fer, de phosphore, de chlorure et de mercure, ainsi qu'une altération généralisée de la couleur de l'eau comptent parmi les premiers problèmes de pollution de la rivière. Toutefois, on a réussi à réduire considérablement la plupart de ces contaminants au cours de la dernière décennie. De nos jours, l'attention se porte sur les substances toxiques de la rivière Niagara et du lac Ontario, ainsi que sur leurs effets sur la santé de l'homme et l'écosystème. Outre les eaux municipales et industrielles rejetées dans la rivière, d'importants lieux d'élimination de déchets toxiques ont été repérés le long du corridor de la rivière. Les répercussions de ceux-ci sur l'eau potable provenant de la rivière sont maintenant une préoccupation publique.

Que la rivière contienne des produits chimiques toxiques n'est pas un fait nouveau. Toutefois, depuis 1974, le perfectionnement du matériel et des méthodes a accru les possibilités de détection et permis la découverte de produits chimiques en très faibles concentrations. En 1978, le public a manifesté son inquiétude par suite de la détection, à plusieurs reprises, de substances toxiques persistantes présentant des caractéristiques de bio-accumulation, notamment des BPC et du mirex, dans le biote et les sédiments de fond du lac Ontario. Au même moment, on prenait conscience de la gravité de la situation du Love Canal et l'existence de nombreux autres dépotoirs le long de la rivière du côté américain était mise au jour. Il y avait entre autres les dépotoirs de Hyde Park, de la 102e rue et du secteur S. Des produits chimiques toxiques furent signalés à tous ces endroits. Les organismes canadiens et américains s'occupant de l'environnement entreprirent des études complètes et détaillées de la rivière.

Depuis 1975, la Direction de la qualité des eaux fait d'importantes études de la rivière Niagara (tableau 3) pour contribuer à la réalisation des engagements de surveillance et de contrôle pris par le Canada aux termes des accords de 1972 et de 1978 entre le Canada et les Etats-Unis concernant la qualité de l'eau dans les Grands lacs. Ces études visent :

a) à déterminer les tendances concernant les données sur la qualité des ressources hydriques de l'environnement;
b) à fournir les données sur la qualité des eaux qui sont nécessaires pour gérer et protéger l'environnement;
c) à identifier les cas de violation des objectifs en matière de qualité des ressources hydriques de l'environnement; et
d) à déceler les nouveaux problèmes environnementaux.

En 1975, quatre études durant trois jours chacune ont été menées en mai, juillet, septembre et décembre. En 1979, 11 études d'un jour ont été réalisées à des intervalles approximatifs de trois semaines, entre mai et décembre. Cinq séries ou catégories de quatre stations ont fait l'objet d'un échantillonnage en 1975 et six catégories de quatre stations l'ont fait en 1979. Sur la figure 10, le numéro de catégorie indique la distance, en milles, en amont du lac Ontario. De plus, un programme d'échantillonnage quotidien a été établi à Niagara-on-the-Lake. Grâce à l'emplacement stratégique de cette station, on a pu déterminer des quantités représentatives de matières transportées entre les lacs Erié et Ontario. Au début, seuls des échantillons d'éléments nutritifs quotidiens et d'ions majeurs ainsi que de métaux à l'état de traces hebdomadaires furent recueillis en réponse aux préoccupations au sujet de l'environnement. Au fur et à mesure qu'on délaissait les problèmes des polluants plus classiques pour se pencher sur ceux associés aux contaminants organiques toxiques, le programme prit de l'expansion pour inclure un contrôle hebdomadaire des sédiments en suspension comme source possible de matières organiques toxiques du lac Ontario.

Fait statistiquement significatif ($P \leq 0.05$), les mesures annuelles moyennes de 1979 ont montré une variabilité transversale et longitudinale des eaux du canal Tonawanda pour ce qui est des mesures d'éléments nutritifs suivants : phosphore total (figure 11), phosphore filtré total, phosphore réactif soluble, azote total Kjeldahl, azote ammoniacal, azote des nitrates, carbone organique particulaire, azote particulaire et silicate réactif. L'analyse des données recueillies lors de quatre études faites en 1975 et de six autres effectuées en 1979 montre que les valeurs du mercure extractible, du cadmium, du chrome, du plomb, du cuivre, du manganèse, du zinc et du nickel, ainsi que des teneurs totales du cadmium, du cuivre, du chrome, du plomb, de l'arsenic et du nickel sont aux limites de détection des méthodes d'analyse ou presque. En ce qui concerne ces métaux, rares furent les cas de violation d'objectifs particuliers de l'Accord de 1978 relatif à la qualité de l'eau dans les Grands lacs. La teneur totale en fer fit exception. Il y eut violation des objectifs 24 % du temps en 1979, la moitié de ces infractions ayant été décelées au cours de la dernière étude de décembre. Du point de vue statistique, les teneurs en fer total étaient plus élevées en 1979 qu'en 1975 (figure 12). Cela s'explique par les manifestations naturelles du climat comme des pluies importantes et des vents forts dont l'effet fut d'accroître l'érosion littorale et une nouvelle suspension des sédiments dans la rivière.

Tableau 3. Direction de la qualité des eaux (région de l'Ontario), activités sur la rivière Niagara, 1975-1982

	Prélèvement d'échantillons à Niagara-on-the-Lake								Relevés dans l'ensemble du bassin versant		
	Eau						Sédiments en suspension				
Date	pH	Conductivité	Eléments nutritifs	Ions majeurs	Métaux	Matières organiques	Métaux	Matières organiques	Eau	Sédiments en suspension	Sédiments de fond
1975	Q	Q	Q	H	H	AE	AE	AE	X		
1976	Q	Q	Q	H	H	AE	AE	AE			
1977	Q	Q	Q	H	H	AE	AE	AE			
1978	Q	Q	Q	H	H	AE	H ou BH	H ou BH			
1979	Q	Q	Q	H	H	AE	H ou BH	H ou BH	X	X	
1980	Q	Q	Q	H	H	H	H ou BH	H ou BH			
1981	Q	Q	Q	H	H	H	H ou BH	H ou BH	X	X	X
1982	Q	Q	Q	H	H	H	H ou BH	H ou BH			

Q - Quotidien.
H - Hebdomadaire.
BH - Bihebdomadaire.
AE - Aucun échantillon pris.
X - Prise d'échantillon.

Tant en 1979 qu'en 1975, on fit des analyses de coliformes totaux, de coliformes fécaux, de streptocoques fécaux et de bactéries hétérotrophes aérobies dans le tronçon supérieur de la rivière Niagara. Aucun changement significatif n'a été constaté entre 1975 et 1979. La tendance la plus évidente, c'est la grande différence, pour à peu près tous les paramètres, entre les mesures du canal Chippawa (cotes 20.5 et 26.7) et celles du canal Tonawanda (cotes 19.5, 23.3 et 31.0). En outre, entre les stations du canal Tonawanda, on a observé des différences significatives ($P \leq 0.05$) de coliformes fécaux, de streptocoques fécaux et de *Pseudomonas aeruginosa* dans le sens transversal du courant. Dans le canal Chippawa, le nombre des coliformes totaux et des streptocoques

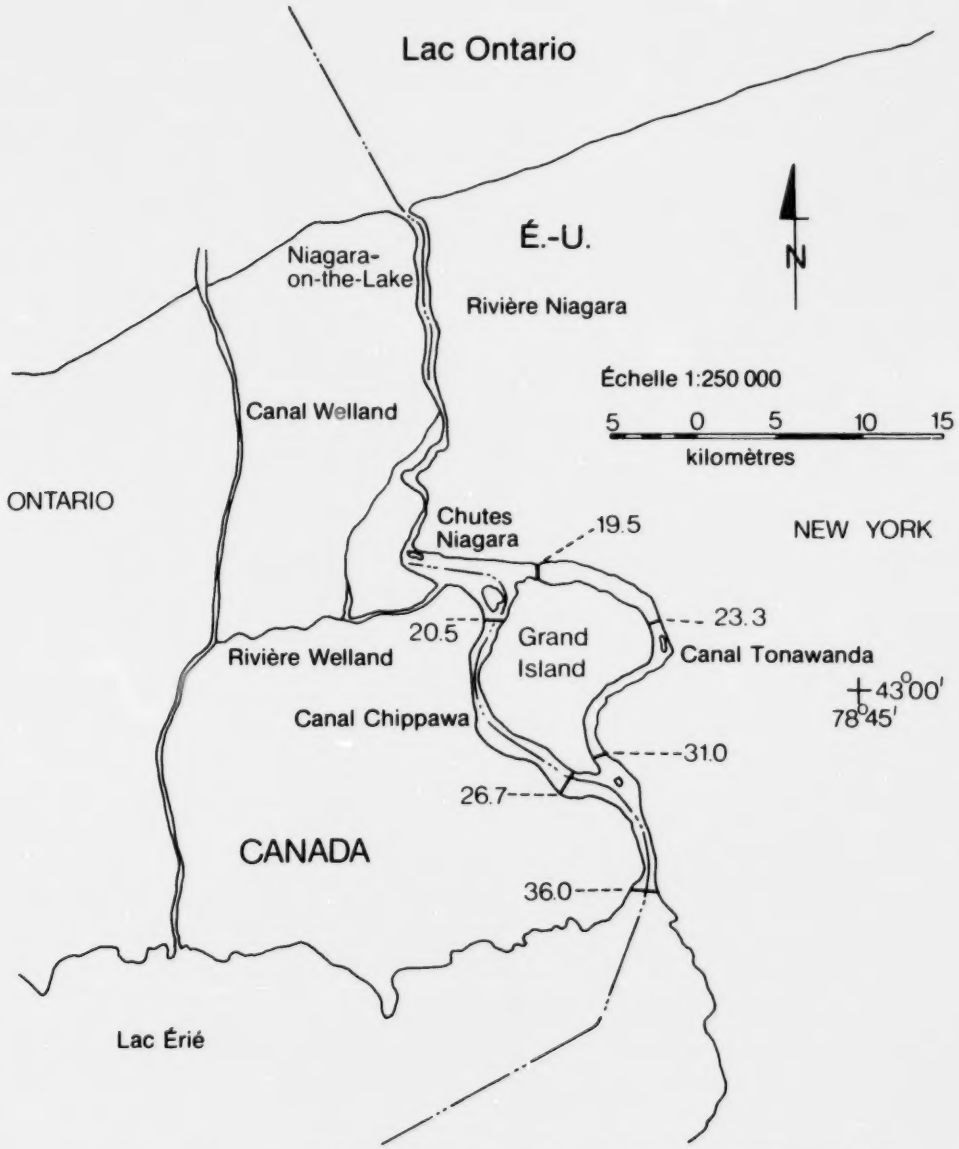

Figure 10. Emplacements d'échantillonnage dans la partie supérieure de la rivière Niagara, 1979.

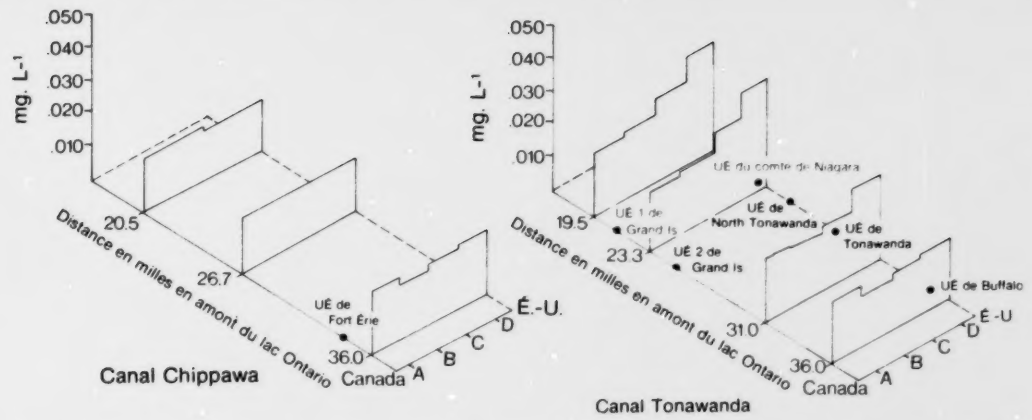

Figure 11. Partie supérieure de la rivière Niagara, moyenne des concentrations du phosphore total ($mg \cdot L^{-1}$), 1979. UÉ = usine d'épuration.

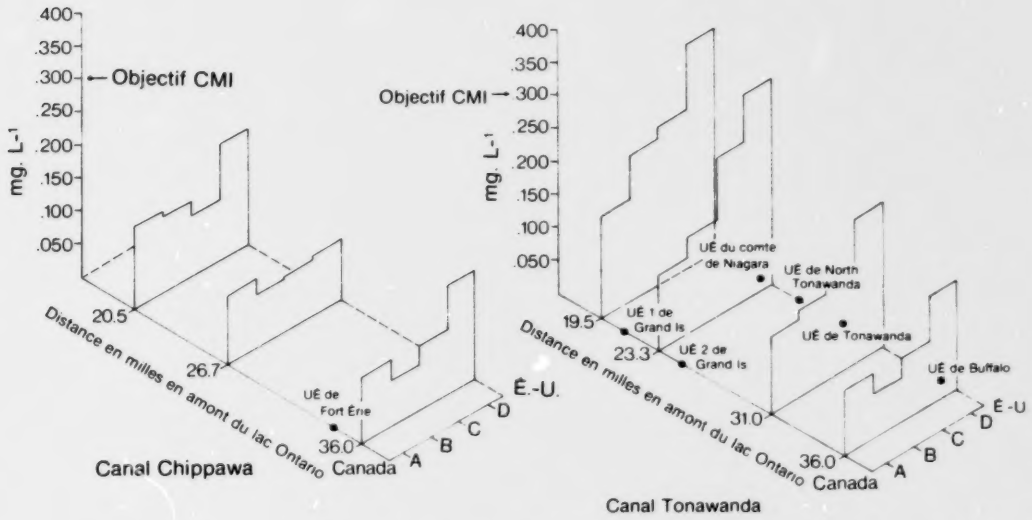

Figure 12. Partie supérieure de la rivière Niagara, moyenne des concentrations du fer total ($mg \cdot L^{-1}$), 1979. UÉ = usine d'épuration.

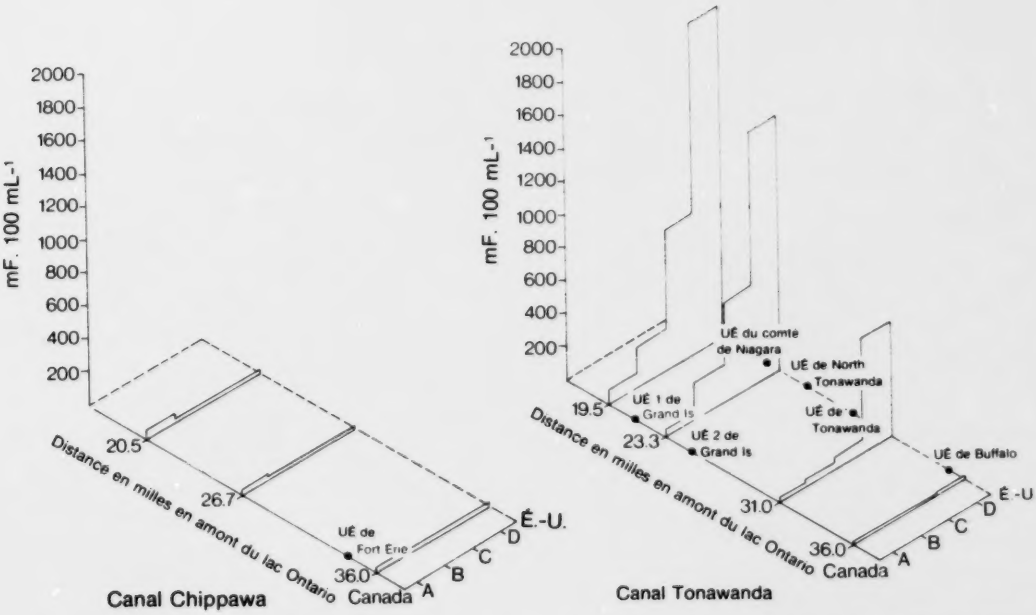

Figure 13. Partie supérieure de la rivière Niagara, moyenne géométrique des concentrations des coliformes totaux ($UFC \cdot 100\ mL^{-1}$), 1979. UÉ = usine d'épuration; mF = membrane filtrante.

fécaux dans le sens transversal était significativement différent ($P \leq 0.05$), tandis que celui des organismes hétérotrophes était significativement différent ($P \leq 0.05$) dans le sens longitudinal. Les augmentations importantes, tant dans le sens transversal que dans le sens longitudinal du courant Tonawanda, sont indiquées à la figure 13. Ces données sont indicatives des sources de pollution bactérienne et organique le long de la rivière, dans la bande continentale des Etats-Unis. Les niveaux de contamination relativement faible du canal Chippawa montrent une contamination inexistante ou minime causée par des sources canadiennes. Les objectifs de coliformes totaux ($1000 \cdot 100\ mL^{-1}$) et de coliformes fécaux ($200 \cdot 100\ mL^{-1}$) fixés dans l'Accord de 1972 pour protéger les nageurs et les baigneurs (fins récréatives) furent souvent dépassés aux cotes 19.5 et 23.3 du canal Tonawanda.

Les environnementalistes ont exprimé leur inquiétude quant au sel qui s'est accumulé dans les Grands lacs au cours des cinquante dernières années. On impute généralement cette augmentation au complexe Detroit-Windsor, principale source de charge en chlorure de la rivière Detroit et par conséquent du lac Erié, ainsi qu'à l'utilisation excessive de sel sur les routes en hiver. En 1971, le complexe Detroit-Windsor a considérablement réduit sa charge en chlorure dans la partie inférieure des Grands lacs. L'analyse des concentrations mensuelles moyennes de chlorure à Niagara-on-the-Lake a révélé que le chlorure a commencé à diminuer en 1977, montrant ainsi qu'il a fallu de six à sept ans pour que le lac Erié réagisse à des charges réduites (figure 14). Or, le délai qui avait été prévu au départ était de deux à trois fois moins long.

En mai 1981, on acheva une étude des métaux à l'état de trace aussi bien dans les eaux de la partie supérieure que dans celles de la partie inférieure de la rivière Niagara. On préleva des échantillons d'eau non filtrée de 25 stations (figure 15) pour en analyser les concentrations totales de fer, de cadmium, de cuivre, de plomb, de manganèse, de nickel, de zinc, de cobalt et de chrome. Les concentrations de métaux furent dans l'ensemble plus importantes dans les eaux de surface du canal Tonawanda que dans le canal Chippawa, notamment pour ce qui est du fer, du zinc, du cuivre et de l'aluminium. Il y eut violation de l'Accord sur la qualité de l'eau dans les Grands lacs dans le cas du fer(8, figure 16), du zinc (1), du cuivre (14) et du cadmium (1).

Outre la mesure des cas de violations des objectifs, on a aussi calculé les charges d'ions majeurs, d'éléments nutritifs, de métaux à l'état de trace et de contaminants organiques depuis 1976. Entre 1976 et 1982, les eaux de la rivière Niagara ont apporté à celles du lac Ontario 20 % de moins de chlorure, 22 % de moins de phosphore total et 60 % de plus de fer total. Les charges de contaminants quantifiables ont accusé une diminution générale sur une période de cinq ans (1978 à 1982).

Au cours des relevés de 1981, on s'est servi d'un nouvel échantillonneur capable d'extraire des matières organiques d'un échantillon de 200 L d'eau pour quantifier les concentrations de contaminants présents dans l'ensemble de la rivière. Il fut établi que 24 métaux à l'état de trace et contaminants organiques sont introduits dans la rivière Niagara à partir de sources ponctuelles ou non

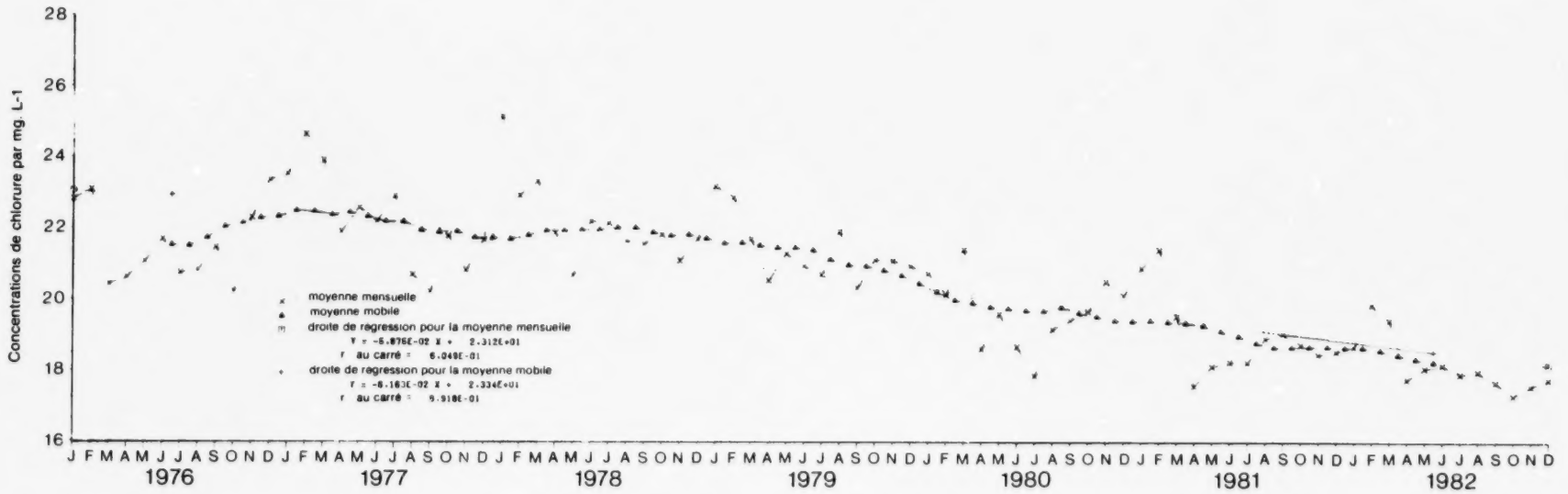

Figure 14. Tracé de la moyenne mobile pour 12 mois et de la moyenne mensuelle des concentrations de chlorure (mg/L) à Niagara-on-the-Lake.

ponctuelles qui se trouvent sur les berges américaines de la rivière. Les relevés sur les sédiments de fond ont confirmé ces problèmes et ont permis d'en définir l'ampleur (figure 17).

On a constaté des différences transversales statistiquement significatives en ce qui concerne le fer total, le manganèse total et le zinc total dans le canal Tonawanda, dans la partie supérieure de la rivière Niagara. Pour la plupart des métaux, les concentrations observées dans le canal Tonawanda étaient supérieures à celles qui ont été constatées dans le canal Chippawa. Il y eut de fréquentes violations d'objectifs particuliers de l'Accord de 1978 quant au fer total, notamment pendant des tempêtes survenues dans le bassin est du lac Erié. D'autres paramètres tels la turbidité, les coliformes fécaux et le phosphore total ont eux aussi accusé de fortes augmentations pendant ces manifestations du climat.

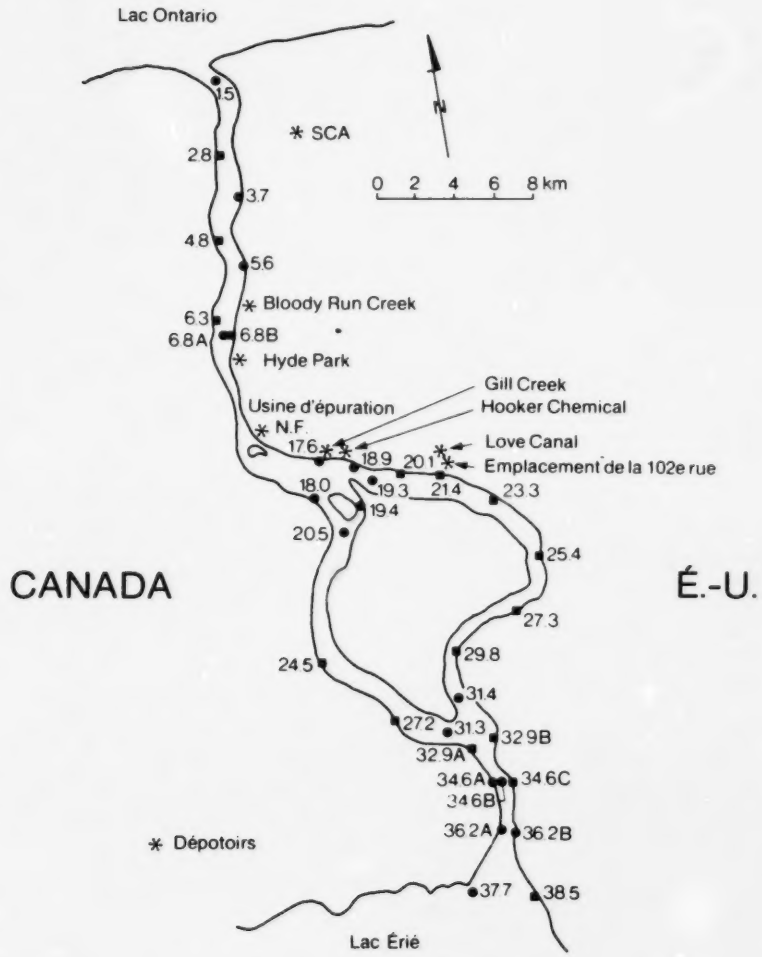

Figure 15. Emplacements d'échantillonnage sur la rivière Niagara, mai 1981. Étude sur les métaux à l'état de trace.

Les concentrations d'heptachlore époxyde, de α-endosulfan, de BPC total, de p,p'-DDE, de α-BHC et de tous les chlorobenzènes à l'exception du dichlorobenzène dans la fraction aqueuse de la rivière Niagara ont plus que doublé entre l'entrée de la rivière à Fort Erié et la sortie à Niagara-on-the-Lake. Cela signifie que d'importantes sources de ces composés sont présentes dans le bassin même.

Selon des mesures des sédiments en suspension faites à cinq emplacements sur la rivière Niagara en 1981, ces concentrations sont plus fortes à Niagara-on-the-Lake qu'à Fort Erié. De fait, ces concentrations, qui ont presque triplé, sont probablement le résultat de l'érosion, de l'affouillement du fond de la rivière ou des apports.

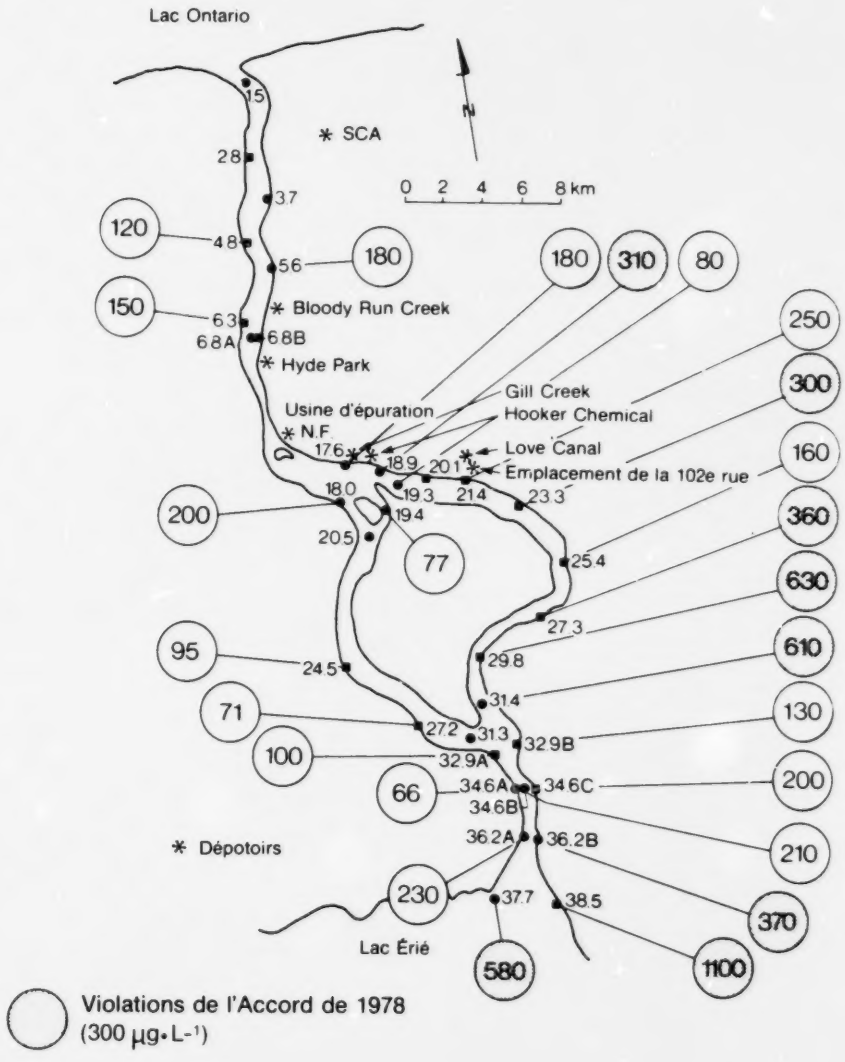

Figure 16. Concentrations du fer total ($\mu g \cdot L^{-1}$) dans les eaux de la rivière Niagara, mai 1981.

Les sédiments en suspension p,p'-DDE, α-BHC, p,p'-TDE, dieldrine et α-chlordane présents dans la rivière Niagara semblent provenir en abondance du lac Erié. Selon des calculs récents des charges présentes dans le lac Ontario en provenance de la rivière Niagara, les concentrations de BPC ont à peu près doublé par rapport aux derniers relevés, tandis que les charges de DDT et de mirex ont diminué.

Par suite de ces études et d'autres examens, tant le Canada que les Etats-Unis déploient maintenant des efforts soutenus pour régler les problèmes complexes de contamination de la rivière Niagara par des substances toxiques. La tâche consiste à définir le problème, à identifier les sources, à mettre en oeuvre des stratégies appropriées de réduction de la pollution et à contrôler l'efficacité de celles-ci. Désormais, avant de prendre des mesures de contrôle, on suivra de près les recommandations faites, dans son rapport de 1984, par le comité chargé de l'étude des substances toxiques de la rivière Niagara.

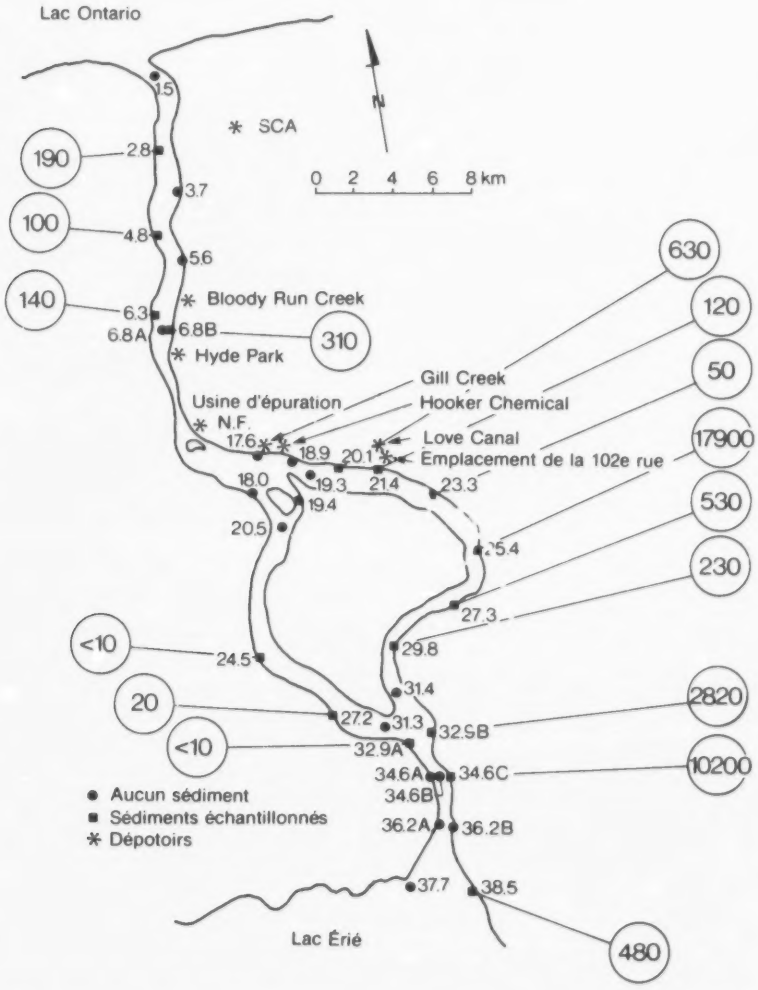

Figure 17. Répartition des BPC totaux ($\mu g \cdot kg^{-1}$) dans les sédiments de fond de la rivière Niagara, mai 1981.

Pour de plus amples renseignements sur la rivière Niagara, communiquer avec :

F. Philbert
Chef, Direction de la qualité des eaux
Région de l'Ontario
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

LECTURES RECOMMANDEES

Chan, C.H. 1977. Water Quality surveys on the Niagara River - 1974. Etude n° 48, Série des rapports généraux, Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, Région de l'Ontario, Burlington (Ontario).

Chan, C.H., et A.H. Clignett. 1978. Short-term variation of the chemical composition of the Niagara River. Etude n° 90, Série scientifique, Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, Région de l'Ontario, Burlington (Ontario).

El-Shaarawi, A.H., S.R. Esterby, et K.W. Kuntz. 1983. A statistical evaluation of trends in the water quality of the Niagara River. J. Great Lakes Res. 9:234-240.

Kuntz, K.W. 1984. Contaminants toxiques dans la rivière Niagara, 1975-1982. Etude n° 134, Série des rapports techniques, Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, Région de l'Ontario, Burlington (Ontario).

Kuntz. K.W., et C.H. Chan. 1982. Qualité de l'eau dans la haute Niagara, 1975-1979. Etude n° 129, Série scientifique, Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, Région de l'Ontario, Burlington (Ontario).

Kuntz, K.W., C.H. Chan, A.H. Clignett, et R. Boucher. 1982. Water quality sampling methods at Niagara-on-the-Lake. Direction générale des eaux intérieures, Région de l'Ontario, rapport inédit, Centre canadien des eaux intérieures, Burlington (Ontario).

Kuntz, K.W., et N.D. Warry. 1983. Chlorinated organic contaminants in water and suspended sediments of the lower Niagara River. J. Great Lakes Res. 9:241-248.

Maguire, R.J., K.W. Kuntz, et E.J. Hale. 1983. Chlorinated hydrocarbons in the surface microlayer of the Niagara River. J. Great Lakes Res. 9:281-386.

Niagara River Toxics Committee. 1984. Report of the Niagara River Toxics Committee. Chapters I to VIII, Appendices A to F.

Niagara River Toxics Committee. 1984. Report of the Niagara River Toxics Committee: Summary and Recommendations, 32 p.

Warry, N.D., et C.H. Chan. 1981. Organic contaminants in the suspended sediments of the Niagara River. J. Great Lakes Res. 7:394-403.

RIVIERE SOURIS

La rivière Souris prend naissance dans la région de Yellowgrass Marsh, au nord de Weyburn, dans le sud-est de la Saskatchewan. Elle coule en direction sud-est sur une distance de 225 km, jusqu'à la frontière internationale. Elle poursuit dans la même direction au Dakota

du Nord jusqu'à 50 km environ au sud-est de Minot, où elle tourne au nord. Elle traverse à nouveau la frontière et entre au Manitoba. Elle coule alors en direction nord-est sur une distance approximative de 160 km avant de rejoindre la rivière Assiniboine, près de Wawanesa au Manitoba (figure 1).

La rivière Souris se jette dans le bassin versant de la baie d'Hudson, dans une région essentiellement constituée par une plaine tantôt unie, tantôt légèrement onduleuse, avec certains monticules. Cette plaine est caractérisée par les vallées de la rivière Souris et ses affluents. L'altitude des terrains compris dans le secteur à l'étude varie, à leur surface, de quelque 370 m au-dessus du niveau de la mer à la hauteur de la rivière Assiniboine, à quelque 830 m dans les Moose Mountain Uplands, mais cette altitude se situe entre 460 et 580 m dans la plupart des cas. La longueur totale de la rivière fait presque 1277 km. Le bassin versant couvre environ 61 331 km^2, soit 29 733 km^2 en Saskatchewan, 22 015 km^2 au Dakota du Nord, 130 km^2 au Montana et 9453 km^2 au Manitoba.

Les problèmes d'inondation, d'approvisionnement inadéquat en eau et de variation de la qualité des ressources hydriques sont des problèmes prédominants dans le bassin de la rivière Souris au Canada. La menace d'inondations et les incertitudes quant à la qualité de l'eau et à sa quantité sont des facteurs qui retardent le développement économique. Le bien-être social et économique des gens qui habitent le bassin de la rivière Souris dépend de la façon dont les ressources hydriques et les ressources connexes de cette rivière sont gérées pour répondre aux différents besoins en matière d'agriculture, d'activités récréatives, d'assimilation des déchets et d'approvisionnement domestique, municipal et industriel. Certains problèmes et certaines possibilités de développement sont influencés par les accords internationaux en matière de ressources hydriques, ainsi que par les projets et les programmes actuels et proposés dans la partie américaine du bassin.

Les effluents des municipalités et des industries, une exploitation intensive du bétail et le déversement de déchets agricoles contribuent de plus en plus à grossir le total des matières totales dissoutes. Qui plus est, les niveaux d'oxygène dissous obtenus sont faibles, surtout lorsqu'il y a de la glace. La ville de Souris, qui tire son eau de la rivière, connaît périodiquement des problèmes d'algues.

Reconnaissant les problèmes d'eau dans le bassin de la rivière Souris, le comité consultatif Canada-Saskatchewan sur l'eau et le comité consultatif Canada-Manitoba sur l'eau, deux comités fédéraux-provinciaux établis aux termes de la Loi sur les ressources en eau du Canada, ont constitué un groupe de travail sur le bassin de la rivière Souris en novembre 1970 et ont chargé ce groupe de mettre sur pied un programme d'étude en vue d'arrêter un plan pour gérer les ressources hydriques et les ressources connexes de la partie canadienne du bassin. Le 28 octobre 1974, le Canada, le Manitoba et la Saskatchewan ont signé cet accord tripartite sur l'étude du bassin de la rivière Souris. Cette étude avait pour but :

a) de réaliser une évaluation des ressources hydriques et des ressources connexes du bassin de la rivière Souris;

b) d'examiner les besoins satisfaits à même le bassin et ceux qui allaient vraisemblablement se présenter dans l'avenir;
c) d'établir des objectifs de gestion des ressources au Canada; et
d) d'arrêter un plan permettant d'atteindre ces objectifs.

La qualité de l'eau de la rivière Souris et de ses principaux affluents a été analysée dans tout le secteur à l'étude, surtout pendant la période d'eau libre, d'avril 1975 à octobre 1976. La plupart des stations ont fait l'objet d'un contrôle hebdomadaire et d'autres données périodiques ont servi à compléter l'information recueillie. L'emplacement des stations est indiquée à la figure 18. On a trouvé que l'eau de la rivière Souris était tout juste acceptable pour de nombreux usages. La médiocrité de cette eau s'explique davantage par des faits naturels - climat et sols du bassin versant de la rivière Souris - que par l'activité humaine. Ces sols sont riches en bactéries, éléments nutritifs et sels comme le chlorure de sodium, le carbonate de calcium et le sulfate de magnésium.

Cette enquête sur la qualité des eaux a révélé que les niveaux d'azote et de phosphore excédaient les objectifs de qualité de l'eau fixés par le ministère de l'Environnement de la Saskatchewan pour toutes

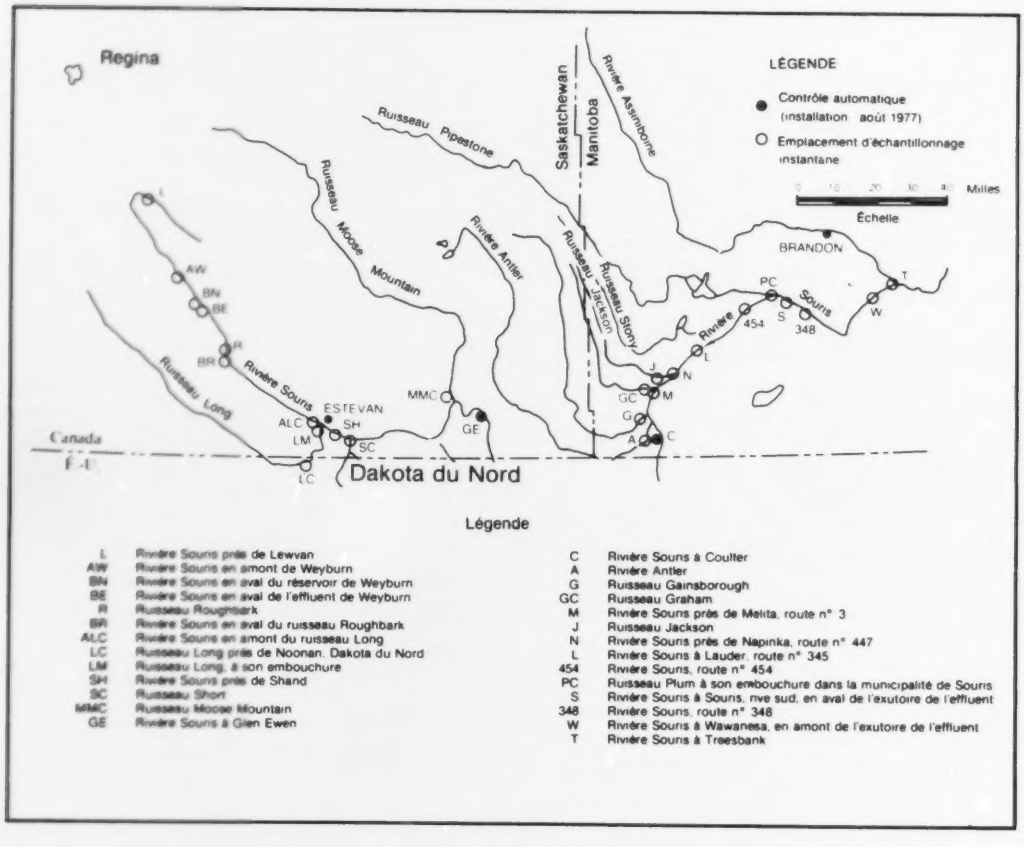

Figure 18. Stations de contrôle de la qualité des eaux, rivière Souris, avril 1975 à octobre 1976.

les saisons et pour tous les emplacements (figure 19). A son entrée au Manitoba en provenance du Dakota du Nord, la rivière Souris contenait à peu près la même concentration d'azote qu'au moment où elle quittait la Saskatchewan, mais sa concentration moyenne de phosphore avait environ doublé, passant de 0.16 à 0.27 $mg.L^{-1}$. Les artères secondaires ont dilué les concentrations de phosphore, mais cela ne fut pas suffisant pour que l'objectif soit atteint. Lorsqu'on a évalué la qualité de l'eau

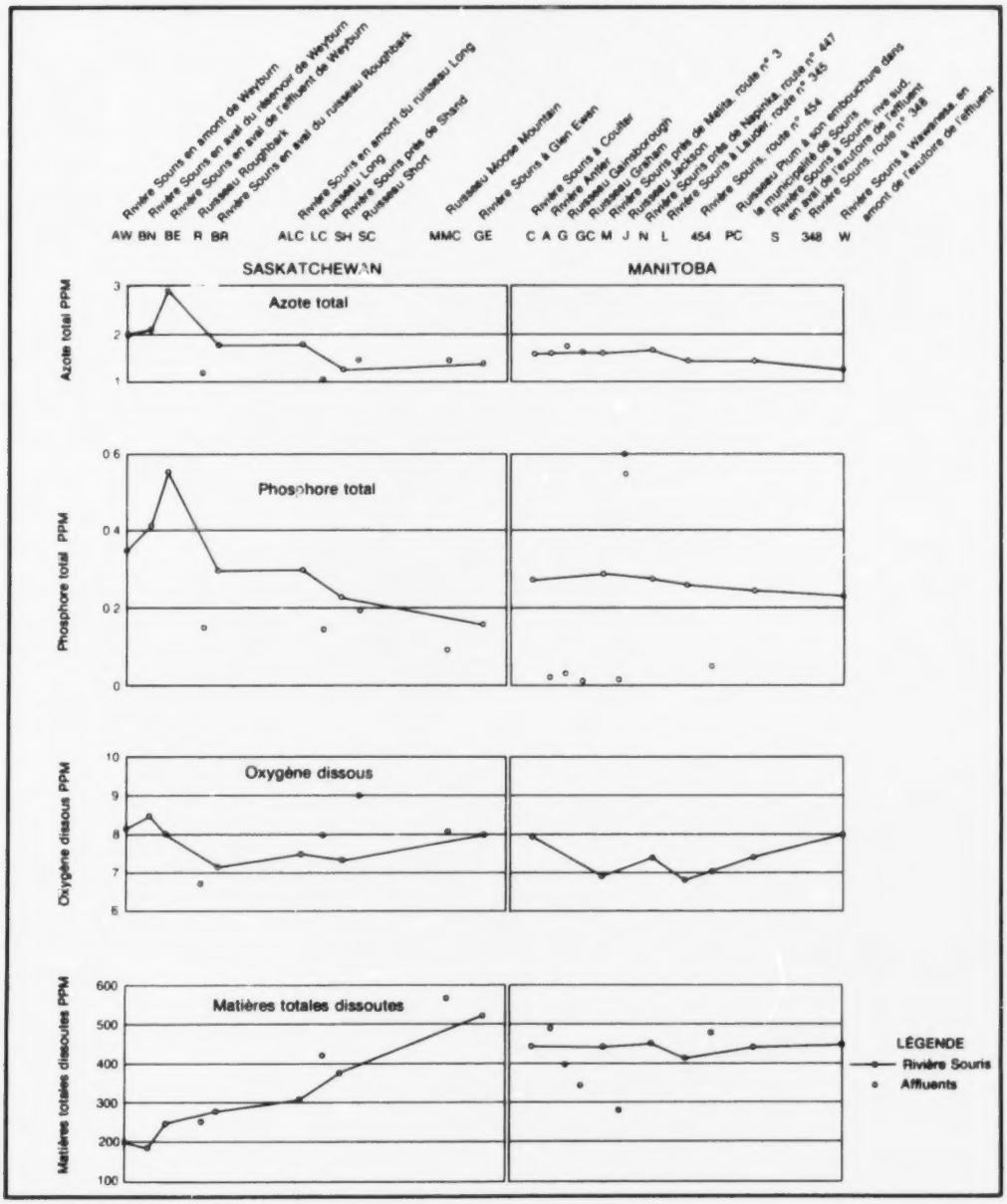

Figure 19. Mesures d'azote, de phosphore, d'oxygène dissous et de matières totales dissoutes, rivière Souris, avril 1975 à octobre 1976.

de la rivière Souris à l'endroit où elle pénètre au Manitoba, aucune tentative n'a été faite pour établir les raisons du changement de la qualité de l'eau dans le bief de la rivière entre la Saskatchewan et le Manitoba. Cependant, des données sur la qualité des eaux obtenues par des organismes fédéraux et des organismes d'Etat américains dans les stations de contrôle de la qualité de l'eau dans ce tronçon faciliteront un éventuel examen futur des problèmes de qualité de l'eau.

Un dépassement des objectifs pour ce qui est des bactéries (supérieures à 2400 par 100 mL) et de l'oxygène dissous (moins de 5.0 $mg \cdot L^{-1}$) a aussi été observé, mais dans quelques endroits seulement (figures 19 et 20). Par exemple, un des 40 échantillons d'eau prélevés dans la rivière Souris en aval de l'exutoire de Weyburn contenait 450 000 coliformes par 100 mL et un autre, prélevé lui aussi dans la rivière Souris mais à 16 km en aval de la municipalité de Souris, contenait 23 000 coliformes par 100 mL.

Le ruissellement semble expliquer en majeure partie l'azote et le phosphore présents dans les eaux du bassin. Cependant, les effluents de Weyburn et de Souris produisent des augmentations locales du niveau de ces bactéries et éléments nutritifs, ainsi que des affaissements du niveau d'oxygène dissous. De plus, le débit sortant des refuges d'oiseaux aquatiques dans le Dakota du Nord et les effluents des municipalités de cet Etat semblent faire augmenter les concentrations d'azote, de phosphore et de bactéries, ainsi que diminuer les niveaux d'oxygène dissous de la rivière Souris au Manitoba. On a constaté une augmentation des éléments nutritifs et des bactéries, ainsi qu'une diminution de l'oxygène dissous dans les tronçons du ruisseau Roughbark-Estevan et Melita-Napinka de la rivière Souris. Ces phénomènes demeurent inexpliqués.

Les données biologiques obtenues n'étaient pas définitives, mais, vu les indices de diversité moindre et la présence de pourcentages plus élevés d'organismes résistant à la pollution, nous sommes amenés à croire qu'il y a des problèmes de qualité de l'eau (concentrations excessives d'éléments nutritifs, charges élevées de DBO et faible quantité d'oxygène dissous) en aval du rejet des effluents de Weyburn, Melita et Souris. Mis à part le réservoir de Weyburn, la croissance de plantes nuisibles semble toucher peu d'endroits.

On a décelé la présence de métaux et de biocides en quantités généralement faibles. Des concentrations de cuivre supérieures aux concentrations souhaitables ont été trouvées, surtout dans le réservoir de Weyburn. Les niveaux de zinc présent dans le réservoir Boundary excédaient de temps à autre les objectifs. Le fer et le manganèse sont les deux seuls métaux qui présentaient des concentrations importantes dans le bassin de la rivière Souris (figure 20).

Les eaux de la rivière Souris sont naturellement riches en azote et en phosphore. Il est nécessaire d'exercer une surveillance accrue de l'élevage du bétail pour déterminer si cette activité contribue d'une façon ou d'une autre à créer des troubles trophiques dans le bassin. Si de tels problèmes sont décelés, un programme de correction de la situation devrait être élaboré. Le rejet, dans la rivière Souris, des

effluents municipaux des villes de Weyburn en Saskatchewan et de Souris au Manitoba produit des augmentations locales des niveaux de matières totales dissoutes, d'éléments nutritifs et de pollution par les bactéries, ainsi qu'une diminution du niveau d'oxygène dissous. L'amélioration de l'épuration des eaux d'égout des deux municipalités

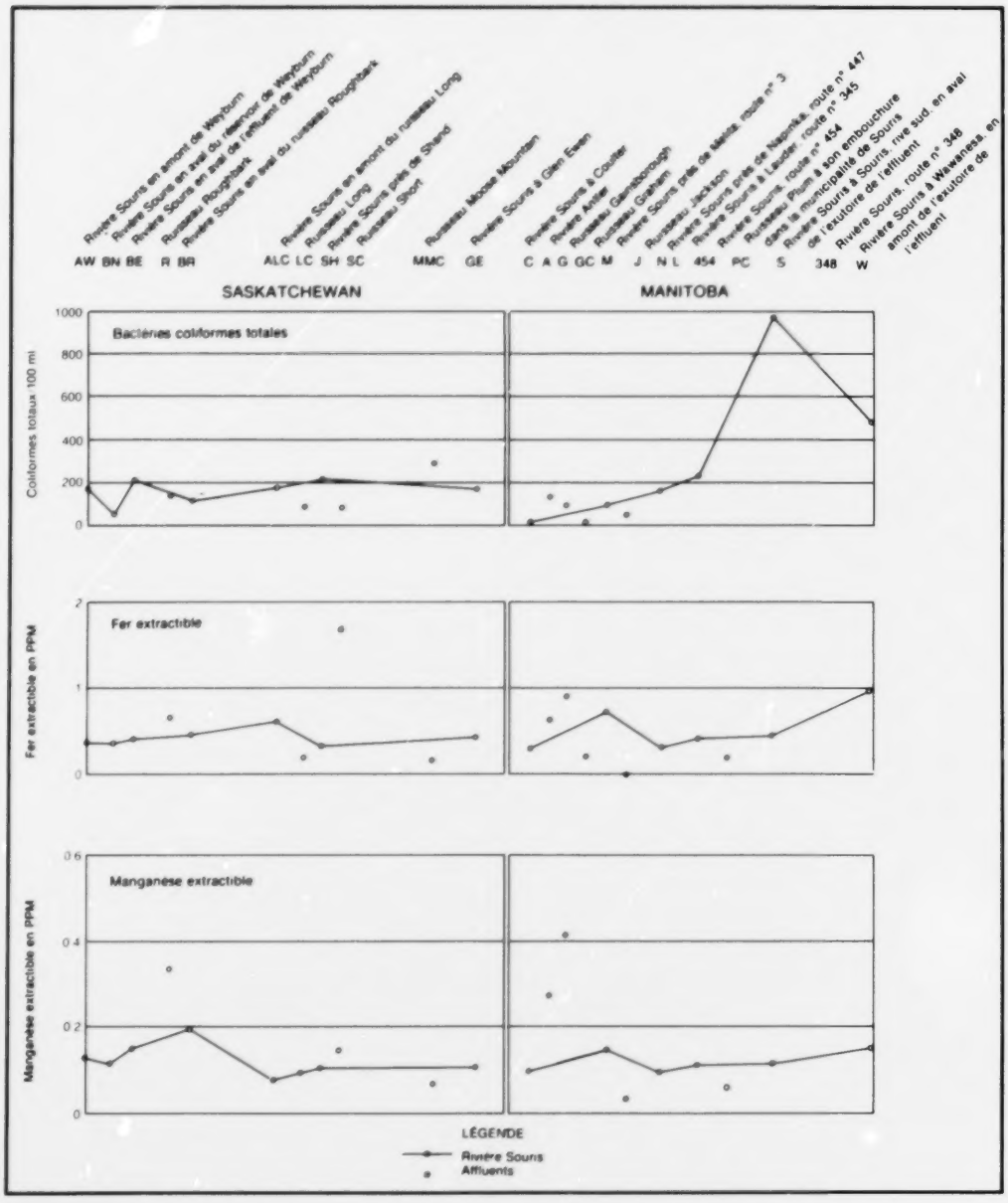

Figure 20. Mesures de bactéries coliformes et de métaux, rivière Souris, avril 1975 à octobre 1976.

s'impose. Les activités qui se déroulent au Dakota du Nord influent considérablement sur la qualité de l'eau de la rivière Souris qui coule au Manitoba. Selon les renseignements dont nous disposons, il semble que la pollution est en majeure partie causée par les refuges de la faune qui bordent la rivière Souris entre le lac Darling et Westhope. La pollution est également causée par les effluents des installations d'épuration des eaux d'égout et par l'écoulement restitué des projets d'irrigation. L'intensification de l'une de ces activités accentuerait davantage la détérioration de la qualité de l'eau de la rivière Souris qui coule au Manitoba.

Deux grands programmes d'aménagement des ressources hydriques prévus pour le Dakota du Nord - le Garrison Diversion Unit (GDU) et le Burlington Project - pourraient avoir un effet important sur les ressources hydriques et les ressources connexes du bassin de la rivière Souris au Canada.

Le premier de ces programmes (GDU) a été conçu pour détourner le cours de la rivière Missouri et en amener les eaux dans les bassins des rivières Souris et Rouge au Dakota du Nord. Quant au second programme (Burlington), il consistera dans la construction d'un barrage et d'un réservoir de contrôle des crues sur la rivière Souris près de Burlington, au Dakota du Nord. Ce projet soulève de graves préoccupations quant à la qualité et la quantité des eaux entrant au Canada, ainsi qu'au biote étranger introduit dans ces eaux.

Les principales inquiétudes en matière de qualité de l'eau concernent l'état de l'écoulement restitué par les secteurs irrigués dans le cadre du programme GDU. On s'attend à ce que ces eaux contiennent des quantités accrues de matières totales dissoutes, de nitrates, de sulfates, de sodium et de métaux lourds. On craint aussi que les eaux d'égout municipales, de même que l'accroissement de la chasse et de la pêche le long de la rivière en territoire américain ne contribuent davantage à la pollution des éléments nutritifs et à la contamination de l'écoulement.

On estime que les changements quantitatifs et qualitatifs des ressources hydriques vont influer sur les poissons et la faune du Manitoba. L'introduction de nouvelles espèces de poissons, de maladies et de parasites des poissons risque également de perturber la pêche commerciale et la pêche sportive dans la province.

Les réservoirs de retenue aménagés dans les refuges fauniques de la rivière des Lacs, du réservoir du lac Darling et du secteur de Westhope (refuge faunique national des Lacs, refuge faunique national de la rivière Souris et refuge faunique national J. Clark Salyer) permettent de surveiller l'écoulement et la disponibilité de l'eau au Dakota du Nord. L'eau qui provient des refuges augmente les éléments nutritifs et la pollution bactérienne et réduit l'oxygène dissous dans la partie manitobaine de la rivière Souris. On s'attend à une intensification de ce type de pollution.

Pour de plus amples renseignements sur la rivière Souris, communiquer avec :

W.D. Gummer
Chef, Direction de la qualité des eaux
Région de l'Ouest et du Nord
Immeuble Motherwell
1901, Victoria Avenue
Regina (Saskatchewan)
S4P 3R4

LECTURES RECOMMANDEES

Souris River Basin Study Board. 1978. Souris River Basin Study Report. 187 p. Souris River Study Board, 1st Floor, Motherwell Bldg., 1901 Victoria Avenue, Regina (Saskatchewan), S4P 3R4

Souris River Basin Study Board. 1978. Souris River Basin Study - Supplement 4. Water Quality. Supplement 4 A - 4 G.

ESTUAIRE DU FLEUVE FRASER

Le fleuve Fraser baigne une superficie de 230 000 km^2 et ses eaux s'étendent sur quelque 1400 km depuis son cours supérieur dans les montagnes Rocheuses jusqu'au détroit de Géorgie (figure 1). De lui dépendent deux activités aux dimensions importantes : une industrie de la pêche commerciale du saumon et la pêche sportive. En outre, dans leur migration, le jeune saumon et le saumon adulte empruntent ce fleuve qui est aussi une aire d'élevage de diverses espèces de saumons et de truites. Cet estuaire comprend un des secteurs les plus productifs du monde du point de vue de la pêche, de la chasse et de l'agriculture. Grâce à ses terres humides, on prend annuellement huit millions de saumons adultes et plus d'un million d'oiseaux migrateurs dans la région du Pacific Flyway. Les terres agricoles du périmètre d'inondation du Fraser procurent au Canada une grande partie de ses légumes frais et de ses baies. Ces actifs ont une grande valeur sur le plan économique et du point de vue de leur potentiel récréatif. Au cours des prochaines années, ces éléments viendront en première place dans la stratégie alimentaire du Canada.

Le fleuve Fraser reçoit les effluents municipaux et l'eau pluviale du centre le plus peuplé de la province et d'endroits situés plus en amont. Il reçoit aussi une multitude de rejets industriels. La navigation commerciale et la navigation de plaisance empruntent ce cours d'eau qui sert aussi au transport du bois que l'on stocke sur une bonne partie de son littoral. Le fleuve Fraser ne sert pas à satisfaire les besoins d'eau publics, mais on peut s'y baigner à certains endroits. Les eaux des fossés et les eaux de retenue servent à irriguer les terres en été.

En 1977, on a entrepris l'étude sur l'estuaire du fleuve Fraser dans le cadre d'un accord entre Environnement Canada et le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique. L'objet de cette étude était d'élaborer un programme de gestion capable d'orienter les changements futurs dans l'estuaire afin que celui-ci soit préservé et protégé en tant

que richesse naturelle sans qu'il ne cesse pour autant de servir comme ressource économique vitale. Cette étude consistait en un programme d'interventions du gouvernement fédéral, du gouvernement provincial, d'organismes municipaux et régionaux, de l'industrie et du public.

Les principaux objectifs de cette étude étaient les suivants :

a) résumer toutes les données recueillies entre 1970 et 1978, qui décrivaient les rejets, la qualité de l'eau et le biote aquatique du secteur à l'étude;
b) analyser ces données afin de comprendre de quelle façon les rejets et les processus naturels influent sur la qualité de l'eau et la vie aquatique;
c) recommander les mesures qui peuvent être nécessaires pour empêcher la dégradation de la qualité de l'eau au cours des vingt prochaines années, à partir de l'analyse des mesures de contrôle utilisables dans le secteur à l'étude;
d) recommander des programmes pour combler les manques flagrants de données; et
e) recommander un programme de contrôle du fleuve et des principaux rejets.

L'étude portait surtout sur les terrains et les eaux au-delà des digues entre le ruisseau Kanaka et la sortie du lac Pitt à l'est, le commencement de l'estuaire à l'ouest, Point Grey au nord et la frontière internationale au sud. Le secteur étudié comprenait aussi les baies Boundary et Semiahmoo (figure 21).

La partie du fleuve qui entre dans le secteur étudié s'appelle l'entrée principale. Le fleuve se divise ensuite en deux branches à la hauteur de New Westminster : le bras nord, qui contient 15 % de l'écoulement, et le bras principal (ou bras sud) qui compte pour 85 % de l'écoulement. Près de l'embouchure, le bras nord se divise à nouveau en deux branches à peu près égales dont celle qui se trouve le plus au sud est dite bras intermédiaire. Le bras principal se divise lui aussi en deux ramifications dont la plus petite, appelée «Canoe Pass», compte pour 5 % de l'écoulement.

Le mouvement des eaux est complexe parce qu'il est influencé par les marées dans une grande partie du secteur considéré. Le cycle des marées modifie la vitesse d'écoulement du fleuve et le niveau des eaux, et il inverse la direction de l'écoulement pour des durées et des distances variables. Lorsque la marée est haute et l'écoulement au ralenti, une lame d'eau salée peut remonter le bras principal jusqu'à l'entrée principale. Cette lame pénètre aussi dans le bras nord, mais ne rejoint pas, comme telle, l'entrée principale à partir de ce bras.

Pour la plupart des variables relatives à la qualité de l'eau du fleuve Fraser, les changements que les rejets importants sont susceptibles d'apporter ne sont pas mesurables. Cependant, des changements mesurables peuvent survenir dans les zones de dilution et l'effet additif de ces zones n'est pas sans soulever des préoccupations. Un écoulement important agit comme tampon contre les effets de nombreux polluants et fait en sorte que les niveaux d'oxygène demeurent élevés dans les canaux principaux. Toutefois, des conditions de faibles

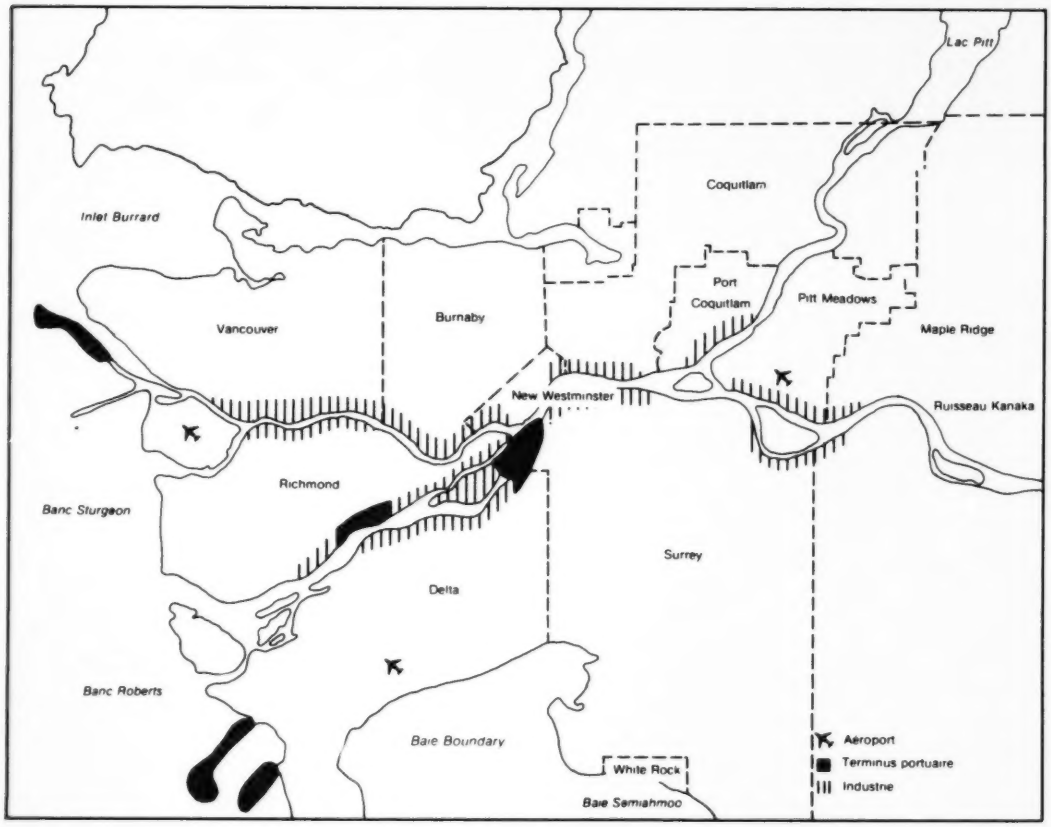

Figure 21. Estuaire du fleuve Fraser.

quantités d'oxygène dissous peuvent de temps à autre se présenter dans les marécages et les secteurs d'eaux de retenue. Les concentrations de polluants sont généralement demeurées à un niveau inférieur au niveau considéré comme immédiatement toxique pour les poissons. Les niveaux de coliformes fécaux sont suffisamment élevés pour entraîner la fermeture de plages le long du fleuve, mais les normes provinciales sont respectées dans la partie externe de l'estuaire. Il est interdit de pêcher des mollusques en coquille dans l'estuaire du fleuve Fraser en raison du nombre élevé de coliformes fécaux dénombrés. Les rejets agricoles, les effluents de décharge, les effluents des installations d'épuration, les eaux résiduaires industrielles (figure 22), les rejets des égouts pluviaux (figure 23) et d'autres rejets semblables déversés dans la partie aval du fleuve Fraser contiennent des microorganismes dangereux. Pendant les périodes de pluie intense, les égouts pluviaux et les égouts séparatifs peuvent, ensemble, rejeter dans le fleuve des matières ayant échappé aux installations d'épuration ou qui ont été détournées de celles-ci en amont. Le milieu récepteur de la partie aval du fleuve Fraser transporte ces rejets jusqu'à la mer (figure 24) où divers facteurs comme la dilution par l'eau de mer et les propriétés bactéricides de celle-ci réduisent finalement des quantités d'indicateurs bactériens de pollution fécale (coliformes) à un niveau inférieur à la limite de détection.

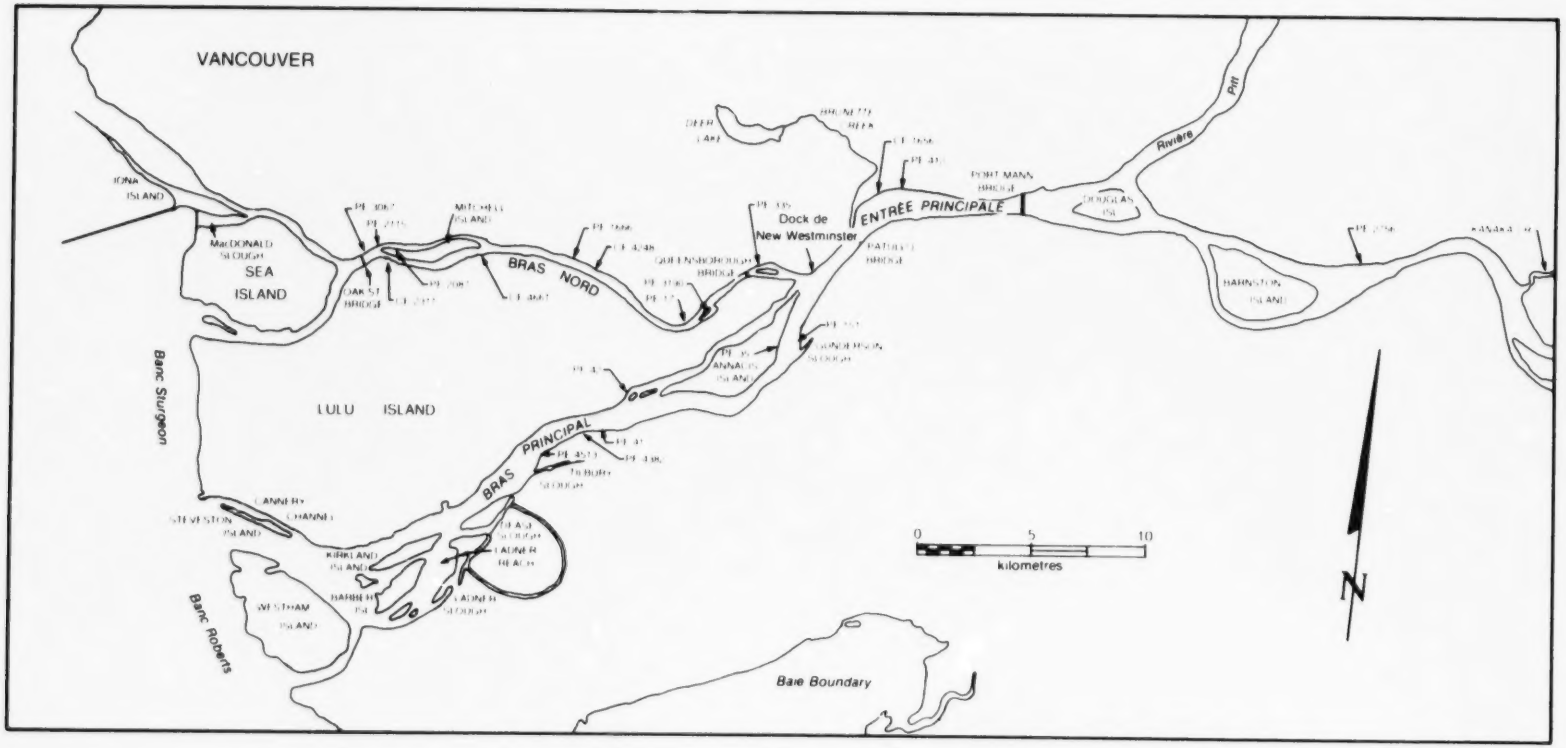

Figure 22. Emplacement des principales industries qui ont rejeté leurs eaux usées dans le fleuve Fraser entre 1970 et 1978.

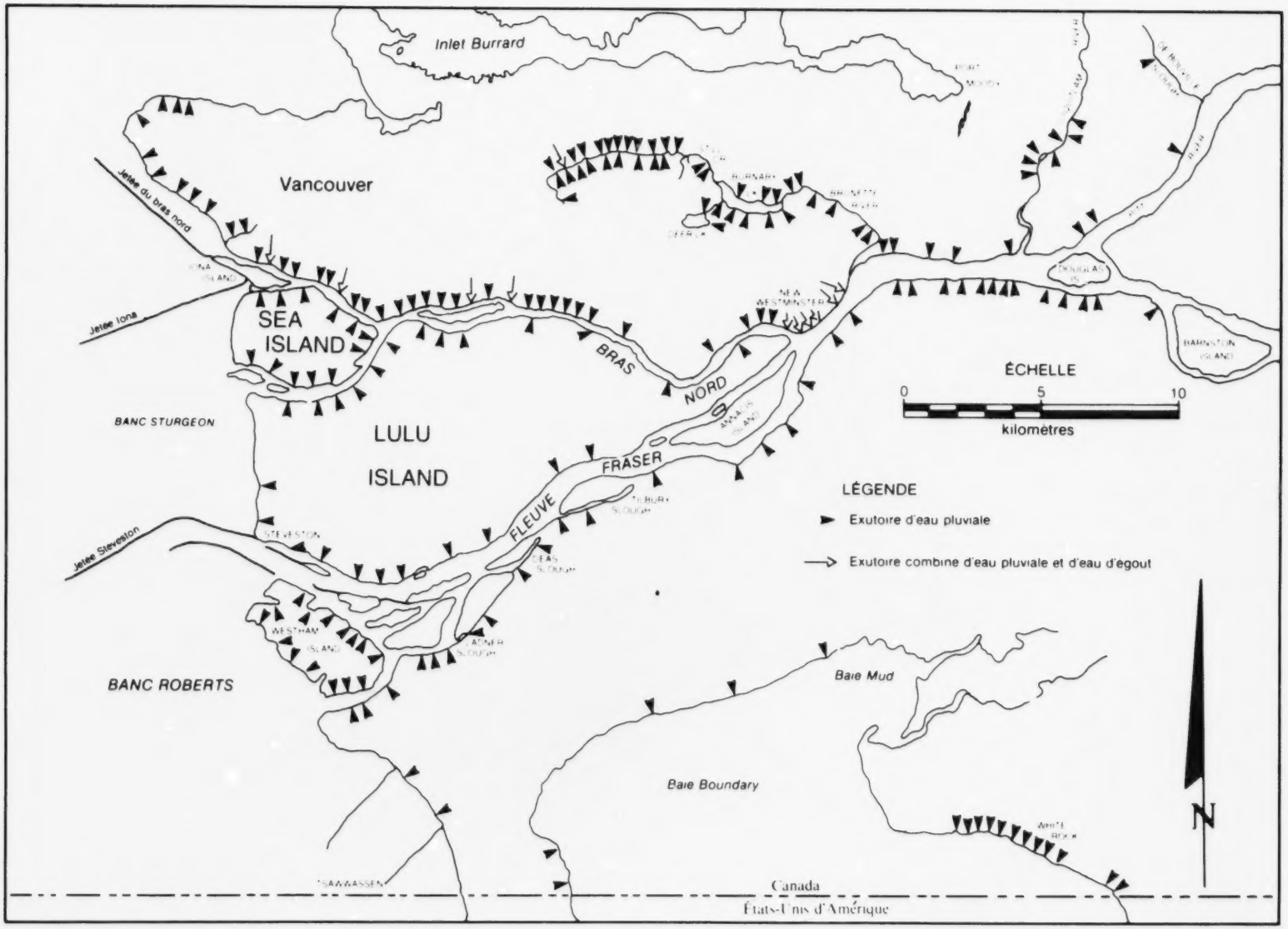

Figure 23. Emplacement des exutoires d'égouts pluviaux qui ont déversé leurs eaux dans le fleuve Fraser entre 1970 et 1978.

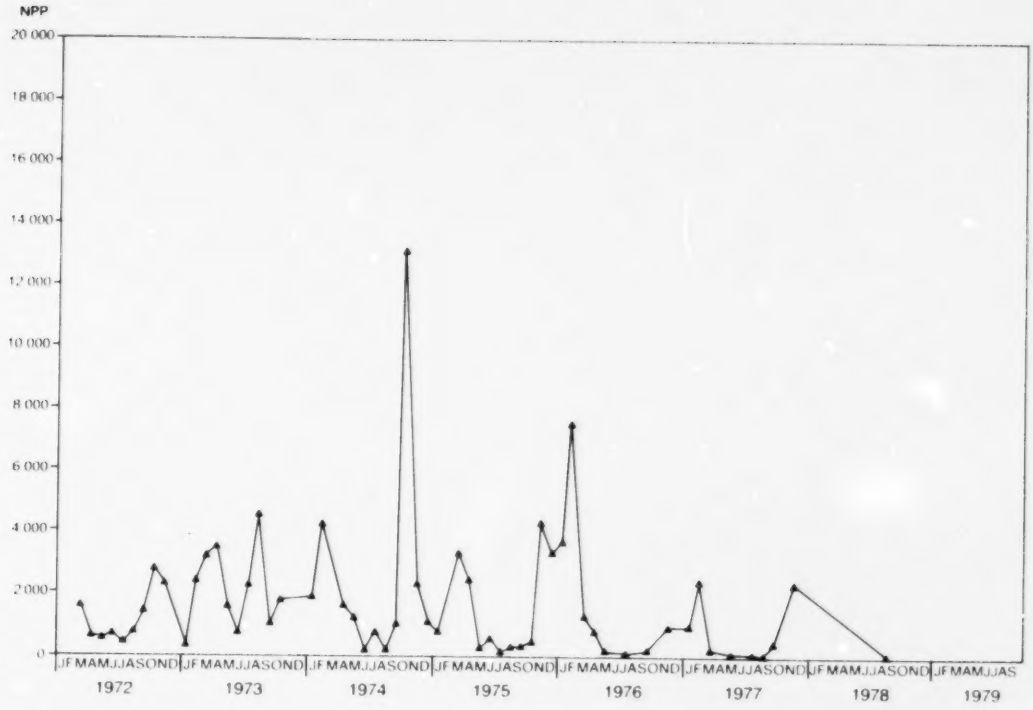

Figure 24. Tilbury Island, moyennes mensuelles de coliformes fécaux. NPP = nombre le plus probable.

Des mesures ont été prises pour que la qualité de l'eau puisse être améliorée en quelques années. Parmi celles-ci, il y a le traitement primaire des eaux d'égout municipales, la nécessité de demander un permis pour effectuer des rejets importants dans le fleuve et une meilleure application des normes de pollution.

L'analyse des données provenant de plusieurs tronçons du bras nord montre que les moyennes géométriques annuelles de coliformes ont passé de plus de $2000 \cdot 100\ mL^{-1}$ en 1970-1975 à moins de $1000 \cdot 100\ mL^{-1}$ en 1976-1977. Ce changement est attribué au déroutement des effluents d'eau d'égout du bras nord à l'installation d'épuration d'Annacis Island. En dépit de cette amélioration, il reste d'importantes tâches à accomplir. Il y a par exemple le contrôle des déchets toxiques, l'amélioration des installations d'épuration et des décharges, ainsi qu'une meilleure application de la législation sur le contrôle de la pollution.

On dénombre plus de 100 exutoires d'eaux résiduaires industrielles dans le fleuve. En outre, les industries rejettent aussi leurs eaux usées dans les réseaux d'égouts municipaux. Des programmes de contrôle ont montré que le rejet de l'installation d'épuration d'Iona a eu pour effet de dégrader des parties du banc Sturgeon (figure 25). On examine actuellement la possibilité d'avoir recours à un exutoire en haute mer pour régler ce problème.

Même si de grandes superficies d'habitat dans l'estran et de terres agricoles ont été perdues, tous les ordres de gouvernement ont récemment

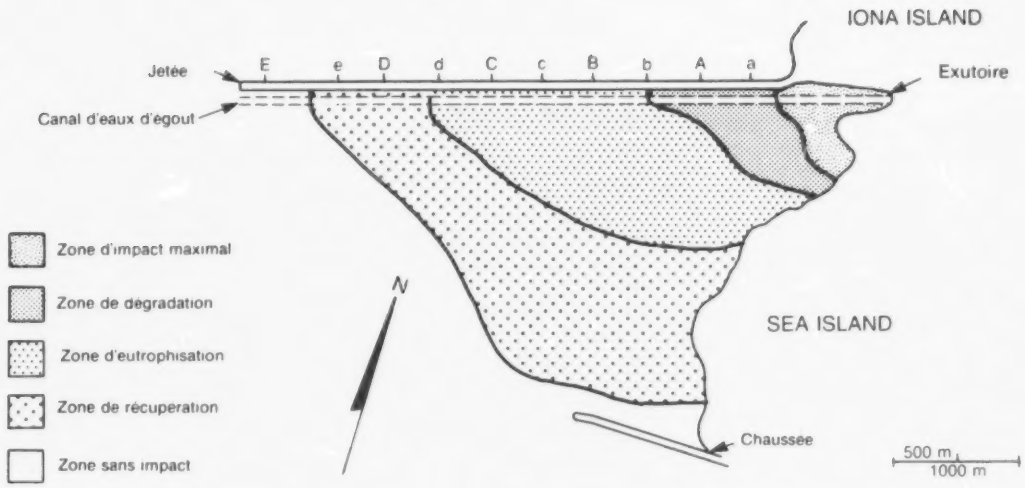

Figure 25. Zones d'impact résultant du rejet de l'usine d'épuration d'Iona. UÉEÉ = usine d'épuration des eaux d'égouts.

pris des mesures qui vont accroître les possibilités de conserver l'actif restant. Ainsi, on a acheté des habitats vitaux et le Programme de mise en valeur des salmonidés vise à rétablir les stocks de saumon traditionnels. Par ailleurs, des modifications apportées récemment à la Loi sur les pêcheries accordent une protection accrue aux poissons et à leur habitat. En outre, la législation provinciale et des plans régionaux protègent les sols propres à la culture qui sont productifs.

On prévoit que les travaux sur le fleuve Fraser vont s'intensifier dans les années à venir, concurremment avec l'Accord fédéral-provincial sur le contrôle de la qualité des eaux et la mise en oeuvre du programme de gestion de l'estuaire du fleuve Fraser. Le gouvernement fédéral va collaborer avec d'autres organismes gouvernementaux pour l'élaboration d'objectifs sur la qualité de l'eau, le contrôle de ceux-ci et leur examen.

Pour de plus amples renseignements sur l'estuaire du fleuve Fraser, communiquer avec :

W.E. Erlebach
Chef, Direction de la qualité des eaux
Région du Pacifique et du Yukon
Pièce 502
1001 West Pender Street
Vancouver (Colombie-Britannique)
V6E 2M9

LECTURES RECOMMANDEES

Churchland, L.M. 1980. Frazer River Estuary Study, Water Quality. Microbial Water Quality, 1970-1977. Direction générale des eaux intérieures, Vancouver (C.-B.), 144 p.

Churchland, L.M., G. Kan, et A. Ages. 1982. Variation in fecal pollution indicators through tidal cycles in the Fraser River estuary. Can. J. Microbiol. 28: 239-347.

Fraser River Estuary Study Steering Committee. 1979. Water Quality Work Group. Summary Report of the Water Quality Work Group. Gouvernement du Canada, province de la Colombie-Britannique, Victoria (C.-B.), ISBN-0-7719-8278-X, 176 p.

CONCLUSIONS

Les variables de la qualité de l'eau d'un réseau fluvial présentent un gradient continu de conditions environnementales depuis son cours supérieur jusqu'à son embouchure. A ce gradient spatial s'ajoutent l'effet du cycle des saisons et les changements à long terme. Ainsi, dans un bassin versant, il n'y a pas que des changements dans le sens longitudinal (dans l'espace), mais aussi à un point donné (dans le temps). Le contrôle de la qualité de l'eau, par l'interprétation des données recueillies, permet de cerner les problèmes existants et potentiels importants dans un bassin versant donné. On peut, en contrôlant les eaux d'un bassin versant, déterminer les sources de pollution, établir des relations de cause à effet et recueillir les données qui permettront de planifier des solutions en tenant compte de leur impact sur l'écosystème aquatique. Etant donné qu'il n'existe pas deux bassins identiques, les problèmes sont eux aussi différents. C'est pourquoi un programme de contrôle particulier est établi pour chaque bassin en vue de recueillir des données nécessaires pour en assurer la protection et l'amélioration.

Depuis le début, la majeure partie du programme fédéral d'évaluation de la qualité de l'eau a porté sur des cours d'eau se trouvant à la frontière du Canada et des Etats-Unis ou aux frontières interprovinciales. Les gouvernements des provinces, responsables des ressources qui se trouvent sur leur territoire, mènent leurs propres études sur la qualité de l'eau. On conclut actuellement des accords fédéraux-provinciaux pour s'assurer que des organismes fédéraux et provinciaux se consulteront sur les travaux qu'ils vont entreprendre relativement à la qualité de l'eau comme la conception de réseaux et la collecte, l'analyse, le stockage et l'interprétation des données.

Au cours de 1985, on a cherché à améliorer la base de données nationale sur la qualité de l'eau en mettant sur pied deux réseaux complémentaires : un réseau national de repérage et un réseau spécialisé de stations à analyse récurrente aménagées dans des bassins versants. Au Canada, on a tendance à rejeter le bien-fondé d'avoir simplement recours à une série de stations fixes prélevant des échantillons d'eau à des intervalles donnés afin d'en vérifier la qualité. On cherche plutôt, de plus en plus, à comprendre ce qui passe dans un bassin. Autrement dit, on considère désormais le bassin comme une unité.

Le réseau national consiste en une série de stations de repérage réparties partout au Canada et dont les relevés ont pour but de déterminer les changements et les tendances à long terme concernant la qualité de l'eau. A ce réseau s'ajoute un réseau de stations à analyse récurrente aménagées dans des bassins versants, qui font l'objet d'un contrôle renouvelé et qui permettent de ce fait d'aborder les problèmes de qualité de l'eau dans une perspective dynamique et globale.

Les grands objectifs du réseau national sont les suivants :

a) déterminer les changements concernant les tendances à long terme;
b) déceler les problèmes au fur et à mesure qu'ils surgissent aux frontières provinciales et internationales afin d'établir l'efficacité de la réglementation;
c) établir et déterminer la réalisation des objectifs en matière de qualité de l'eau; et
d) établir les besoins d'études et de recherches spéciales.

Il est nécessaire de connaître l'état de l'eau d'un bassin donné relativement aux critères établis pour la protection des usages désignés, mais il est tout aussi important de connaître les causes de la dégradation de la qualité de l'eau et les remèdes pour corriger cette situation. C'est pourquoi les programmes d'échantillonnage qui seront mis en application dans le cadre des études sur les bassins versants prendront la forme d'enquêtes axées sur les problèmes de qualité de l'eau. Le réseau national à grande échelle continuera à jouer un rôle dans l'établissement des priorités en ce qui concerne les enquêtes détaillées et comme outil de première évaluation des problèmes.

L'augmentation du nombre d'utilisateurs de l'eau des bassins versants se traduit non seulement par l'accroissement de la demande en eau, mais aussi par celle du nombre et des sortes de polluants. Des progrès ont été faits pour réduire la pénétration de nombreux polluants dans l'environnement, mais la rapide prolifération des composés artificiels relativement non dégradables (matières toxiques) et la nature de leur élimination en rendent le contrôle extrêmement difficile. Le ministère de l'Environnement est conscient que tous les supports environnementaux (sédiments, eau et biote) sont des éléments essentiels de l'écosystème. C'est pour cette raison que les autorités de ce Ministère s'efforcent actuellement d'élaborer des programmes de contrôle qui permettront de mesurer les progrès réalisés en matière de rétablissement et de maintien de l'intégrité de l'écosystème. On ne peut pas, si l'on veut vraiment protéger l'environnement, se contenter de rapports faisant état de «valeurs non détectées» pour ce qui est des composés dangereux véhiculés par l'eau. Aucun élément ne doit échapper à l'examen des programmes de contrôle de l'eau des bassins versants si l'on désire protéger et améliorer le milieu aquatique pour les utilisateurs actuels et futurs.

Les données recueillies par de tels programmes de contrôle d'éléments multiples serviront à élaborer les critères de qualité de l'eau dont dépendent certaines utilisations de cette ressource. Ces critères s'expriment en tant que concentrations limites souhaitables ou acceptables pour ce qui est de diverses substances présentes dans l'eau, des sédiments ou le biote. Des objectifs de qualité de l'eau sont ensuite fixés pour chaque bassin versant à partir de ces critères. Ces objectifs sont un moyen de mettre en oeuvre une gestion efficace de la qualité de l'eau grâce à l'établissement de limites qui, si elles sont respectées, représentent une protection pour les usages désignés en aval de ces bassins.

Le ministère de l'Environnement travaille actuellement de concert avec divers organismes fédéraux, provinciaux et étrangers pour fournir de l'information adéquate sur des questions écologiques comme l'eutrophisation, les propriétés toxiques et cancérigènes des substances toxiques, l'état actuel de l'écosystème aquatique et les tendances à long terme. La solution à nos problèmes environnementaux actuels et futurs dépend essentiellement de données fiables sur la qualité des eaux obtenues auprès de sources nombreuses.

REMERCIEMENTS

Le rédacteur du présent rapport remercie le personnel des différents bureaux régionaux canadiens de la Direction de la qualité des eaux pour l'aide qu'il lui a apportée. Malheureusement, faute d'espace, il ne peut mentionner ici chacune des personnes sans lesquelles la présentation de ce rapport aurait été impossible. Cependant, des remerciements particuliers sont adressés aux chefs régionaux suivants de la DQE pour leur appui, leurs observations judicieuses et les données qu'ils ont bien voulu fournir sur leur région.

W.E. Erlebach, région du Pacifique et du Yukon
W.D. Gummer, région de l'Ouest et du Nord
F. Philbert, région de l'Ontario
L. Martel, région du Québec
D.H. Cullen, région de l'Atlantique.

Le rédacteur exprime notamment sa reconnaissance au personnel de l'Administration centrale de la DQE pour l'aide qu'il n'a cessé de lui prodiguer depuis le début de cette étude.

Enfin, mais non la moindre, Diane Labelle a fait preuve de beaucoup de patience et déployé des efforts soutenus pour dactylographier et regrouper les nombreux brouillons qui ont conduit à cette version finale.